الجامعة الأردنيـــة
كلية الدراسات العليا

التاريـــخ: / /

نموذج رقم (١٦)
اقرار والتزام بالمعايير الأخلاقية والأمانة العلمية وقوانين الجامعة الأردنية وأنظمتها وتعليماتها لطلبة الدكتوراه

أنا الطالب: نادية محمد ابو الشوارب الرقم الجامعي: (9070067)
تخصص: جغرافيا الكليـــة: الآداب

عنوان الاطروحة: تقييم المراعي والموارد الطبيعية في البادية الجنوبية باستخدام وسائل الاستشعار عن بعد ونظم معلومات جغرافية

اعلن بأنني قد التزمت بقوانين الجامعة الأردنية وأنظمتها وتعليماتها وقراراتها السارية المفعول المتعلقة باعداد اطروحات الدكتوراه عندما قمت شخصيا" باعداد اطروحتي وذلك بما ينسجم مع الأمانة العلمية وكافة المعايير الأخلاقية المتعارف عليها في كتابة الأطروحات العلمية. كما أنني أعلن بأن اطروحتي هذه غير منقولة أو مستلة من أطاريح أو كتب أو أبحاث أو أي منشورات علمية تم نشرها أو تخزينها في أي وسيلة اعلامية، وتأسيسا" على ما تقدم فانني أتحمل المسؤولية بأنواعها كافة فيما لو تبين غير ذلك بما فيه حق مجلس العمداء في الجامعة الأردنية بالغاء قرار منحي الدرجة العلمية التي حصلت عليها وسحب شهادة التخرج مني بعد صدورها دون أن يكون لي أي حق في التظلم أو الاعتراض أو الطعن بأي صورة كانت في القرار الصادر عن مجلس العمداء بهذا الصدد.

توقيع الطالب: نادية التاريخ: 13 / 4 / 2021

الجامعة الأردنية

نموذج التفويض

أنا نادية خلف ابو الشوابشة ، أفوض الجامعة الأردنية بتزويد نسخ من رسالتي/أطروحتي للمكتبات أو المؤسسات أو الهيئات الأشخاص عن طلبها.

التوقيع

التاريخ: 30 / 6 / 2012

تقييم الأراضي والموارد الطبيعية في البادية الجنوبية باستخدام وسائل الاستشعار عن بعد ونظم معلومات جغرافية

إعداد

نادية يخلف إبراهيم أبوالشواشي

المشرف

الأستاذ الدكتور يحيى عيسى فرحان

المشرف المشارك

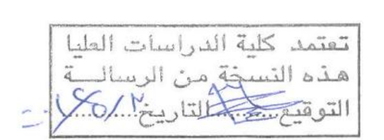
الدكتور حسام هشام البلبيسي

قدمت هذهِ الأطروحة استِكمالاً لمتطلبات الحصُول على درجة الدكتوراه في الجغرافيا

كلية الدراسات العُليا

الجامعة الأردنية

ايار- ٢٠١٢



قرا ر لجنة المناقشة

نوقشت هذه الرسالة: (**تقييم الأراضي والموارد الطبيعية في البادية الجنوبية باستخدام وسائل الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية**) وأجيزت بتاريخ 2012/4/26.

أعضاء لجنة المناقشة	التوقيع
الأستاذ الدكتور يحيى عيسى الفرحان، مشرفاً	....
أستاذ - الجيومورفولوجيا التطبيقية والاستشعار عن بعد	
الدكتور حسام هشام البلبيسي، مشرفاً مشاركاً	....
أستاذ مشارك- الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية	
الأستاذ الدكتور سميح عودة، عضواً	....
أستاذ - الجيومورفولوجيا والخرائط	
الأستاذ الدكتور عمر الريماوي، عضواً	....
أستاذ – الهيدرولوجيا	
الدكتور محمد بني دومي، عضواً	....
أستاذ مشارك – المناخ (جامعة اليرموك)	

الإهداء

إلى والدي أمد الله في عمرهما

إلى إخوتي وأخواتي وأبنائهم جمعياً

إلى من دفعوا دماءهم من أجل ليبيا

إليهم جميعاً أهدي ثمرة جهدي

شكر وتقدير

الحمد لله رب العالمين الذي أعانني ومنحني الصبر لإنجاز هذا العمل. أتقدم بالشكر الجزيل إلى كل من الأس|٢تاذ الدكتور الفاضل يحيى فرحان والدكتور الفاضل حسام البلبيسي، لتفضلهما بالأشراف على هذا البحث وما بذلاه من جهد مضن في تقديم النصح والإرشاد.

كما اتقدم بالشكر الجزيل إلى أعضاء لجنة المناقشة الأفاضل الأستاذ الدكتور عمر الريماوي، والأستاذ الدكتور سميح عودة، والدكتور محمد بني دومي لتفضلهم بقبول مناقشة هذه الرسالة، وتقديم الملاحظات الهادفة إلى إعطاء الدراسة القيمة العلمية المرجوة منها.

وأتقدم بالشكر لزملائي وأصدقائي وكل من ساهم وتعاون معي أثناء إعداد هذه الرسالة .

قائمة المحتويات

فهرس الأشكال

قائمة الجداول

فهرس الملاحق

تقييم الأراضي والموارد الطبيعية في البادية الجنوبية باستخدام وسائل الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية

إعداد

نادية يخلف إبراهيم أبوالشواشي

المشرف

الأستاذ الدكتور يحيى عيسى فرحان

المشرف المشارك

الدكتور حسام البلبيسي

الملخص

تناولت هذه الدراسة تقييم الأراضي والموارد الطبيعيّة في البادية الجنوبيّة من المملكة الأردنية الهاشمية. هادفة إلى إظهار خصائص الموارد الأرضية، والأخطار الطبيعيّة التي تتعرض لها وتحليلها وتصنيفها، والتعرف إلى الأشكال والوحدات الأرضية وتقييم مواردها المتمثلة في خصائص الغطاء النباتي والتربة، وكذلك تحليل تعرضها لأخطار الانجراف والفيضانات الوامضة. ولتحقيق ذلك اعتمدت الدراسة على المسح الجيومورفولوجي الخاص بالمعهد الدولي لعلوم الفضاء وعلوم الأرض الهولنديّ، بغرض إعداد الخرائط الجيومورفولوجية التطبيقيّة اللازمة، كما حددت الأقاليم والنظم والوحدات الأرضية بناء التجانس المورفولوجيّ، والجيولوجيّ.

واستخدمت في الدراسة برمجيات الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية بالإضافة إلى أساليب التحليل الإحصائي لكل من تقييم الموارد، والأخطار، حيث استخدم برنامج Envi٤.٥ لحساب مؤشر الغطاء النباتي الخضري NDVI، واستخدم برنامج PCIGeomatics

لحساب كل من الدليل النباتي المعدل، ومؤشري ملوحة وتدهور محتوى المادة العضوية في التربة.

كما استخدمت المعادلة العالمية RUSLE، لتقدير حجم الانجراف بناء على معطيات المنطقة، بالإضافة إلى استخدام الملحق GEOHMS-HEC وبرنامج HMS-HEC للخروج بنمدجة هيدرلوجية للأحواض المائية الموجودة في المنطقة.

وبناء على نتائج تطبيق هذه المؤشرات والتحليلات أعددت مصفوفة المتغيرات لكل من الوحدات، والنظم، والأقاليم الأرضيّة، واستخدمت اساليب التحليل الإحصائي من النوع التحليل عاملي، والتحليل العنقودي، مما امكن من تقسيم منطقة الدراسة إلى ست مجموعات أرضية تم التوصل إلى خصائصها الطبيعيّة، والأخطار التي تتعرض لها، والاستعمال الأنسب لهذه الأصناف.

من خلال ما أفرزته الدراسة من نتائج تمثل خصائص الأراضيّ أمكن اقتراح تصور لاستعمالات الأراضي تضمن سبع أصناف هي المناطق السياحية والمحميات الطبيعية، والمراعي والغابات والأراضي الجرداء، ومراكز التطور العمراني، ومناطق التعدين والأراضي الزراعية.

الفصل الأول

الإطار النظري

المقدمة

تشكل الأرض مورداً طبيعياً هاماً يضم التربة و الماء والنبات الطبيعي. وتمثل الأشكال الأرضيّة والمواد الصخرية وما يعلوها من الرواسب السطحية بالإضافة إلى المناخ العناصر الأساسية في المركب الأرضي، والعوامل المحددة لخصائصه.

الأخطار الجيومورفولوجية من أهم مشكلات البيئة الطبيعيّة في المناطق الجافة وشبه الجافة. ولقد أدت مشاريع التنمية كالتوسع العمراني بأشكاله، واستغلال الموارد الأرضيّة، وغياب الدراسات ذات الصلة إلى تفاقم العديد من الأخطار الجيومورفولوجية مثل الفيضانات، وما ينجم عنها من تدمير للموارد وهو ما يشكل عائقا أمام خطط التنمية.

تهدف هذه الدراسة إلى التعرف إلى الوحدات الأرضيّة، وتقييم الموارد الطبيعيّة في الجزء الجنوبي الغربي م ن البادية الأردنية متمثلة في تقييم التربة، والغطاء النباتيّ، وتحليلها وتصنيفها من خلال تطبيقات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية. وكذلك تحليل وتصنيف الأخطار الطبيعيّة المتمثلة في انجراف التربة، والفيضانات الوامضة، للخروج بالخريطة النهائية للموارد ا لأرضيّة وما تتعرض له من أخطار طبيعية تحد من استغلالها.

وقد جاءت هذه الدراسة في خمسة فصول تناول الفصل الأول: الإطار النظريّ، وتضمن مشكلة الدراسة، وأهميتها وأهدافها ومنهجيتها والدراسات السابقة.

وناقش الفصل الثاني الخصائص الطبيعيّة لمنطقة الدراسة من حيث الموقع، والخصائص الجيولوجيّة من خلال دراسة التكوينات الجيولوجيّة، والبنية والتركيب الجيولوجيّ، وخصائص المناخ والهيدرولوجيا، وتوزيع التربة والنبات الطبيعيّ، وجيومورفولوجية الوحدات الأرضيّة.

وتضمن الفصل الثالث تقييم الموارد الطبيعيّة من خلال تطبيق مجموعة من المعاملات شملت تقييم النبات الطبيعي من خلال معاملي دليل الاختلافات الخضريّة الطبيعيّة (NDVI)، والدليل النباتيّ المعدل (SAVI). وتقييم التربة من خلال مؤشر تراجع المادة العضوية في التربة (Chroma)، ودليل ملوحة التربة (SBI)، و توزيع كل من الموارد المعدنيّة والسياحية في منطقة الدراسة.

وتناول الفصل الرابع الأخطار الطبيعيّة في منطقة الدراسة المتمثلة في انجراف التربة من خلال تطبيق معادلة RUSLE، وتحليل الفيضانات الوامضة التي تتعرض لها من خلال تطبيق نموذج HMS-HEC .

وجاء الفصل الخامس لتحليل ارتباط الوحدات الأرضيّة بالمتغيرات المستخدمة في الدراسة باستخدام التحليل العاملي من نوع Principal Component Analysis والتحليل العنقودي وتحديد نمط ارتباط الاصناف الأرضيّة بالوحدات الأرضيّة، وركز على إدارة البيئة من خلال التعرف على المجموعات الأرضيّة التي أسفر عنها التحليل العاملي.

مشكلة الدراسة

تكمن مشكلة الدراسة بعدم توفر بيانات دقيقة وحديثة تتناول تقييم الأراضي والموارد الطبيعيّة في منطقة الدراسة، إذ تتعرض للعديد من المخاطر الطبيعيّة ذات المنشأ الجيومورفولوجي مثل الانهيارات الأرضيّة، وانجراف التربة، والتذرية، والتملح، والنحت المائيّ، والفيضانات، لذا تظهر أهمية إعداد دراسات جيومورفولوجية تطبيقيّة، تسهم في اقتراح أسس سليمة لاستعمالات الأراضي، وتوجيه التخطيط التنموي، بهدف تحقيق التنمية المستدامة. كما أن غياب استخدام تقنيات حديثة متمثلة في تطبيقات الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية من شأنه أن يعمق المشكلة، ذلك أن الباحث لا يرى الواقع بوضوح ومن ثم يختل تحليله له وتفسير بياناته.

إن غياب مثل هذه الدراسات الحديثة من شأنها أن تحد من فاعليّة الخطط التنمويّة التي تسعى الى استغلال الموارد الطبيعيّة وتنميتها، لغياب البيانات الدقيقة عن الموارد وكذلك الأخطار التي تؤثر تأثيرا سلبيا في التنمية.

أهمية الدراسة

تسعى كل دولة إلى جعل التنمية هدفاً أساسياً وجوهرياً في سياستها. بناء على سياسة استغلال موارد البيئة الطبيعيّة. ومن أهمها الأرض. إذ يعد تطوير الأرضي للاستخدام واستثمار مواردها هدفاً أساسياً في الخطط التنمويّة التي تتبناها الدول، وهذا لا يتم إلا بمعرفة خصائصها

الطبيعيّة التي تتطلب إجراء مسوحات جيومورفولوجية. فقد أصبحت الخرائط الجيومورفولوجية في الدول المتقدمة من الأدوات الأساسية للحصول على معلومات عن الأشكال الأرضيّة، وتفيد في تخطيط وتنفيذ المشاريع التنموية كالطرق، واختيار المواضع المناسبة للمراكز العمرانية، وتحديد مناطق التطوير الزراعي، وصيانة التربة وغيرها. وهو ما يساعد المخططين في تجنب الأراضي الخطرة. كما أشارت بعض الدراسات المتعلقة بالبادية الجنوبية إلى أن التوسع في الأنشطة الاقتصادية، واستغلال معطيات البيئة الجافة يفرض اتجاهاً جديداً في البحث الجيومورفولوجي، يهدف إلى فهم طبيعة الأراضي من زاويتين: الأولى التعرف إلى الموارد الطبيعيّة، والإمكانات المتوفرة للتطوير، والثانية فهم الأخطار البيئيّة وتأثيرها في الأنماط الأرضيّة للإنسان. من هنا تبرز أهميّة هذه الدارسة من حيث إلقاءها الضوء على الموارد الطبيعية وتقييمها وتحليلها، بالإضافة إلى تقييم الأخطار الجيومورروفولوجية في منطقة الدراسة.

كما تسهم هذه الدراسة في تقديم توصيات وإجراء تقييم الأراضي والموارد الطبيعيّة، وبالتالي زيادة مردودها الاقتصاديّ، وعدم تعرضها للأخطار الطبيعيّة، واقتراح تصور لإدارة الموارد الطبيعيّة في منطقة الدراسة للمساهمة في إيجاد وسائل فعالة للحد من الأخطار .

أهداف الدراسة

تهدف إلى تقييم الأراضي والموارد الطبيعيّة، والتعرف إلى الأخطار الطبيعيّة التي تتعرض لها منطقة ا لدراسة، وتحليلها وتفسيرها للخروج بخريطة نهائيّة للاستخدام الأمثل للأراضي. وذلك باستخدام بيانات الاستشعار عن بعد Remot Sensing، وتطبيق برمجيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS).ويتفرع عن هذا الهدف مجموعة من الأهداف التي يمكن إجمالها فيما يأتي:-

١. إلقاء الضوء على العوامل التي أسهمت في نشأة الأراضي في منطقة الدراسة وتطورها والمتمثلة في البنية والتكوينات الجيولوجيّة ، والعوامل المناخية، والتربة، والنبات الطبيعي.
٢. مسح الموارد الطبيعيّة التي يمكن استغلالها في منطقة الدراسة
٣. تحديد الأصناف الأرضية والوحدات الجيومورفولوجية وفق التكوين والنشأة والتطور.
٤. تحديد مدى التباين بين الوحدات الأرضيّة واختبار تباينها احصائياً.

٥. تحليل الاخطار البيئيّة ذات المنشأ الجيومروفولوجي التي تتعرض لها الوحدات الأرضيّة ومدى تأثيرها في استغلال مواردها الطبيعيّة وتنمية المنطقة.
٦. إمكانيّة توفير قاعدة بيانات جغرافية للوحدات الأرضيّة، والأخطار البيئيّة لأراضي البادية الجنوبيّة مما يخدم التخطيط المستقبلي.

منهجية الدراسة

أتبعت في الدراسة المنهجية الآتية:

أولاً: جمع البيانات، وتشمل مراجعة المصادر والمراجع المكتبية ذات العلاقة، والتقارير المنشورة وغير المنشورة، والنشرات الإحصائيّة والبيانات المناخية من الدوائر الرسمية وغير الرسميّة وتم الحصول على ما يأتي :-

- بيانات وتقارير ونشرات مناخية لعدد من المحطات المناخية الواقعة في منطقة الدراسة.

- بيانات التصريف المائي لمحطة وادي اليتم للفترة ١٩٦٣_ ١٩٨٢

- خرائط طبوغرافية وتشمل ١٢ لوحة بمقياس ١: ٥٠,٠٠ تغطي المنطقة بالكامل لسنة ١٩٨٦.

- خرائط جيولوجية، وتشمل ١٢ لوحة بمقياس ١: ٥٠,٠٠٠ تغطي المنطقة بالكامل لسنة ١٩٩٢.

- خريطة التربة مقياس ١: ٢٥٠,٠٠ لوحة معان لسنة ١٩٩٤.

- مرئيات فضائية للقمر الأصطناعي Landsat-TM للأعوام ١٩٨٧ و ٢٠٠٥ بقدرة تميزية ٣٠متر وتشمل :

١. لوحة رقم P١٧ R٣٩
٢. لوحة رقم P١٧٣R٤٠
٣. لوحة رقم P١٧٤r٣٩
٤. لوحة رقم P١٧٤r٤٠

- نموذج ارتفاع رقمي Digitel Elavation Model تم انشاءه من بيانات القمر الأصطناعي ASTER لعام ٢٠٠٩ ودقة تميزية ٣٠ متر وفق اللوحات الأتية:

١. ASTGTM_N٢٩E٣٤
٢. ASTGTM_N٣٠E٣٤
٣. ASTGTM_N٢٩E٣٥
٤. ASTGTM_N٣٠E٣٥

ثانياً: مرحلة تحليل وتبويب البيانات من الخرائط وتفسير المرئيّات الفضائيّة بالإضافة إلى رسم الخرائط اللازمة.

ثالثاً: مرحلة العمل الميداني وتشمل التحقق من تفسير الصور الجوية والفضائية والتعرف إلى الوحدات الأرضيّة وخصائصها، والأصناف الأرضيّة بناء على المتغيرات الجيولوجيّة والهيدرولوجية والمورفولوجيّة، وتحديد كثافة الغطاء النباتيّ، ونوعه والتعرف إلى أصناف التربة.

رابعاً: مرحلة ما بعد العمل الميداني: إذ تضمنت تحليل البيانات السابقة للوصول إلى تقييم الأراضي من خلال الآتي:-

- رسم خريطة جيولوجية
- رسم خريطة الوحدات الأرضيّة
- تقييم الموارد الطبيعيّة من خلال تطبيق المؤشرات الآتية:

١. مؤشر تراجع المحتوى الرطوبي.
٢. مؤشر تراجع محتوى التربة من المادة العضوية.
٣. مؤشر تزايد ملوحة التربة.
٤. مؤشر تراجع الغطاء النباتيّ.
   أ. مؤشر دليل الاختلافات الخضريّة.
   ب. مؤشر الدليل النباتي المعدل.

- تقييم أهم الأخطار الطبيعيّة التي تتعرض لها منطقة الدراسة والمتمثلة في الآتي :

١. تقدير انجراف التربة من خلال نموذج معادلة تقدير فقدان التربة العالمي RUSLE

٢. تصنيف الأراضي حسب درجة احتماليّة تعرضها للفيضانات من خلال تطبيق نموذج HEC-HMS.

ـ التحليل الإحصائي للبيانات المتعلقة بالوحدات الأرضيّة، وخصائصها باستخدام البرنامج الإحصائي للعلوم الاجتماعية SPSS الذي يساعد على إخراج نتائج التحليلات الإحصائية، لدقته وسهولة الاستخدام.

ـ اقتراح نموذج استعمالات الأراضي.

الدراسات السابقة

ـ دراسة (البحيري ١٩٧٢) للأشكال الأرضيّة في جنوب الأردن عند دراسته للأراضي الجرانيتية، والبيدمنت، والهضاب المستوية السطح منحدرة الجوانب، وتطرق إلى العمليات الجيومورفولوجية التي أدت إلى تشكيلها.

ـ دراسة (Osborn & Duford ١٩٨١) عن مساهمة العمليات الجيومورفولوجية في تطور الانسلبرج في صحراء حسما، وقد أظهرت أثر التفاعل بين البنية الجيولوجية للصخور وعمليات التجوية، والتعرية على امتداد المفاصل والصدوع، وأثرهما في تنشيط عملية التجوية الميكانيكيّة والكيميائيّة.

ـ دراسة (Osborn, ١٩٨٥) لأثر الحركات التكتونية والصدوع في تطور الأشكال الأرضيّة، ضمن دراسته عمليات النحت المائي للأودية، والتصريف المائي وأثرهما في تعديل الأشكال البنيوية الناتجة عن الصدوع.

ـ دراسة أبوسفط (١٩٨٩) لأثر المفاصل، والشقوق في صخور الحجر الرملي في جنوب الأردن والأشكال الأرضيّة المرتبطة بالحجر الرمل المتمثلة في التلال المنعزلة، والأبراج الصخرية والبيدمنت والتافوني.

ـ وتناول (البحيري والفرحان ١٩٨٩)البادية الجنوبية بدراستين تضمنت الدراسة الأولى مورفولوجية نجاد الحافة تضمن لإطار التكتوني والمورفوبنيوي للمنطقة الشرقية لوادي عربة

وأوضحا تميز منطقة نجاد بتنوع الأشكال الأرضيّة، نتيجة تباين التركيب الصخري، واختلاف ظروف البنية، وعوامل التشكيل.

أما الدراسة الثانية فشملت جيومورفولوجية حوض القويرة ـ وادي الاحيمر شملت هذه الدراسة اثر الحركات والتكتونية والتكوينات الصخرية والتغيرات المناخية في تشكيل وتطور الأشكال الأرضيّة.

ـ دراسة (فرحان، ١٩٨٩) التقييم الجيومورفولوجي للوحدات الأرضيّة، لأغراض التنمية في البادية الجنوبية، وتم دراسة التكوين الصخري والتربة والنبات الطبيعي، والأخطار الجيوموورفولوجية التي تتعرض لها منطقة الدراسة. وأكد الباحث أهمية البيانات الجيومورفولوجية كمدخلات في عملية تخطيط التنمية الإقليميّة، والأهمية التطبيقية للدراسات الجيومورفولوجية في تحسين البرامج التخطيطية .

ـ دراسة (القرالة ١٩٩٧) عن جيومورفولوجية صحراء حسما في منطقة القويرة ـ الخريم جنوب الأردن من حيث خصائصها الجيومورفولوجية، والعمليات الجيومورفولوجيا، والتطور الجيومورفولوجي للأشكال الأرضيّة. بالإضافة إلى دراسة الموارد الأرضيّة التي تتوفر في منطقة الدراسة، والأخطار الجيومورفولوجيا التي تتعرض لها.

ـ دراسة (البلوشي، ١٩٩٧) جيومورفولوجية حافة رأس النقب وأشار إلى الأشكال الأرضيّة الكبرى والصغرى المتمثلة في كويستا رأس النقب وخصائصها المورفولوجية، ونشأتها وأعمارها، ومراحل تطورها الجيومورفولوجي.

ـ دراسة (Kharin, et al, ١٩٩٩) حول تقييم مشكلة التدهور البيئيّ في الأراضي الجافة في أسيا، وآثار التدهور فيها، متمثلة في تدهور الغطاء النباتيّ، والتربة، والانجراف المائي، والريحي وتملح التربة، كما أوضح عدداً من المعايير لتقييم حالة التدهور البيئيّ في المنطقة. واعتمد الباحث في تقييمه عملية التدهور على الخصائص الطبيعيّة التي تتميز بها الأراضي الجافة بعد حدوث الـ تدهور. كما أوضح أثر استعمالات الأراضي في التدهور البيئيّ، ووضع خرائط تشير إلى الأراضي المتدهورة.

ـ دراسة (Marechette, ٢٠٠٢) من حيث تقييم الآثار الجيومورفولوجية للتدهور في شمال استراليا، وقد أوضح الباحث آثار التدهور البيئيّ، ودور العمليّات الجيومروفولوجية في زيادة حدة

التدهور البيئيّ، ومنها انجراف التربة بفعل المجاري المائية، وحدوث الانهيارات الأرضيّة من جوانب المنحدرات.

ـ دراسة (القرالة ٢٠٠٣) التقييم الجيومورفولوجي للموارد الأرضيّة في حوض وادي الديسي، وأوضح أن هذا الحوض يعد أحد المناطق الواعدة اقتصاديا، لتعدد موارده الأرضيّة المتمثلة في المياه الجوفية، والتربة، والغطاء النباتي التي تشكل المعطيات اللازمة لتنمية المنطقة.

ـ دراسة أبو سليم (٢٠٠٤) وتتضمن تقييم التدهور البيئيّ في الجزء الغربيّ من منخفض الجفر، من خلال التعرف إلى عوامل التدهور البيئيّ الطبيعيّة منها والبشرية، والآثار الناجمة عن التعرية المائية، والريحية، وتقييم الموارد الأرضيّة التي تعاني من التدهور، بخاصة المياه، والغطاء النباتي، واقتراح النظام الأمثل لإدارة هذه الموارد للحد من تدهورها.

ـ دراسة (Saqqa & Atallah، ٢٠٠٤) للأشكال الريحية في وادي عربة، وأوضح أن الكثبان الرملية تقع تحت تأثير نظامين رئيسين من الرياح تضم الرياح الشمالية، والرياح الجنوبية. كما تضم أنواع مختلفة من الكثبان تشمل الفرشات الرملية، والنباك، وكثبان الظلال، والكثبان الهلالية.

ـ دراسة (Migo ٢٠٠٥) عن أصل وتطور تكوينات الحجر الرملي عند أقدام المنحدرات في جنوب غرب الأردن وأوضح أن اغلب المواد هي نتيجة الانهيارات الصخرية .

ـ دراسة (النوايسة ٢٠٠٦) تقييم الأخطار البيئيّة وإدارة الأراضي في حوض وادي الكرك جنوب الأردن، تناول خلالها الأخطار التي يتعرض لها هذا الوادي بشقيها الطبيعيّ والبشريّ، وتمكن من رسم خريطة الخطر المتعدد لحوض الوادي وحساسية التعرض لتلك الأخطار.

ـ دراسة (Dewan, ٢٠٠٧) تقييم خطر الفيضانات لتخطيط استخدام الأراضي في دكا ببنغلاديش باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، اعتمد خلالها على البيانات الرادارية واستخدام نظم المعلومات الجغرافية ورسم خرائط الخطر لهذه المنطقة.

ـ دراسة (قطيش ٢٠٠٧) التقييم الجيومورفولوجي للأراضي في حوض وادي الحسا جنوب الأردن اعتمدت خلالها الباحثة على نظام المسح الجيومورفولوجي الخاص بالمعهد الدوليّ لعلوم الفضاء وعلوم الأرض لتحديد الوحدات الجيومورفولوجية، كما استخدمت المعادلة العالمية

RUSLE، لتقدير انجراف التربة، وقسمت منطقة الحوض إلى ثماني مجموعات أرضية بناء على الخصائص الطبيعيّة .

ـ دراسة (غيث، ٢٠١٠) تقييم تدهور الأراضي في منطقة قضاء الضليل بالاعتماد على دليل الاختلافات الخضرية الطبيعيّة NDVI، والدليل الخضري المعدل لتربة SAVI، والدلائل النباتية. وتوصلت إلى وجود تزايد في المساحات المزروعة سواء كانت المعتمدة على مياه الأمطار أو كانت مروية، بينما تناقصت الأراضي الرعوية.

ـ دراسة (ذنيبات، ٢٠١٠) التقييم الجيومورفولوجي لمنطقة طريق العقبة الخلفي، تناول الباحث الأخطار البيئيّة التي تتعرض لها منطقة الطريق من خلال التحليل الرقمي للمرئيات الفضائية واستخدام برمجيات نظم المعلومات الجغرافية، وأوضحت الدراسة ارتفاع معدلات انجراف التربة.

يتضح من الدراسات السابقة أنها دراسات جزئية ركزت بعضها على تقييم الأخطار سواء كانت طبيعية أم بشرية بينما اتجهت بعضها الآخر إلى تقييم الموارد الطبيعيّة. وما يميز هذه الدراسة هو إنشاء قاعدة بيانات باستخدام الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية، لتقييم كل من الموارد الأرضيّة ممثلة في تقييم كل من التربة، والنبات الطبيعي، وتحليل الأخطار الطبيعيّة المتمثلة في انجراف التربة والفيضانات الوامضة ورسم خرائط لكل منها.

الفصل الثاني

الخصائص الطبيعية

- الموقع والمساحة
- الجيولوجيا
- الجيومورفولوجيا وتحليل الأراضي
- المناخ
- الهيدرولوجيا
- التربة
- النبات الطبيعي

الموقع والمساحة

تقع منطقة الدراسة في الجزء الجنوبي الغربي من المملكة الأردنية الهاشميّة بين غرندل شمالاً حتى الحدود الأردنية السعودية جنوباً، وفيما بين الحدود الاردنية الفلسطينية غرباً ورأس النقب شرقاً. وبذلك تنحصر بين دائرتي عرض ٧ ١٢ ٢٩ و ٣٠,٠٠ شمالا وخطي طول ٣٤ ٦ ٥٧ و ٩ ٣ ٥ ٣٥ شرقاً. شكل (١)

تقدر مساحة منطقة الدراسة بنحو ٦٧٤٩ كم٢ في أقصى جنوب المملكة الأردنية الهاشميّة وبواجهة بحرية طولها ٢٧ كم.، وتتراوح مناسيبها بين مستوى سطح البحر وأكثر من ١٨٠٠متر فوق مستوى سطح البحر.

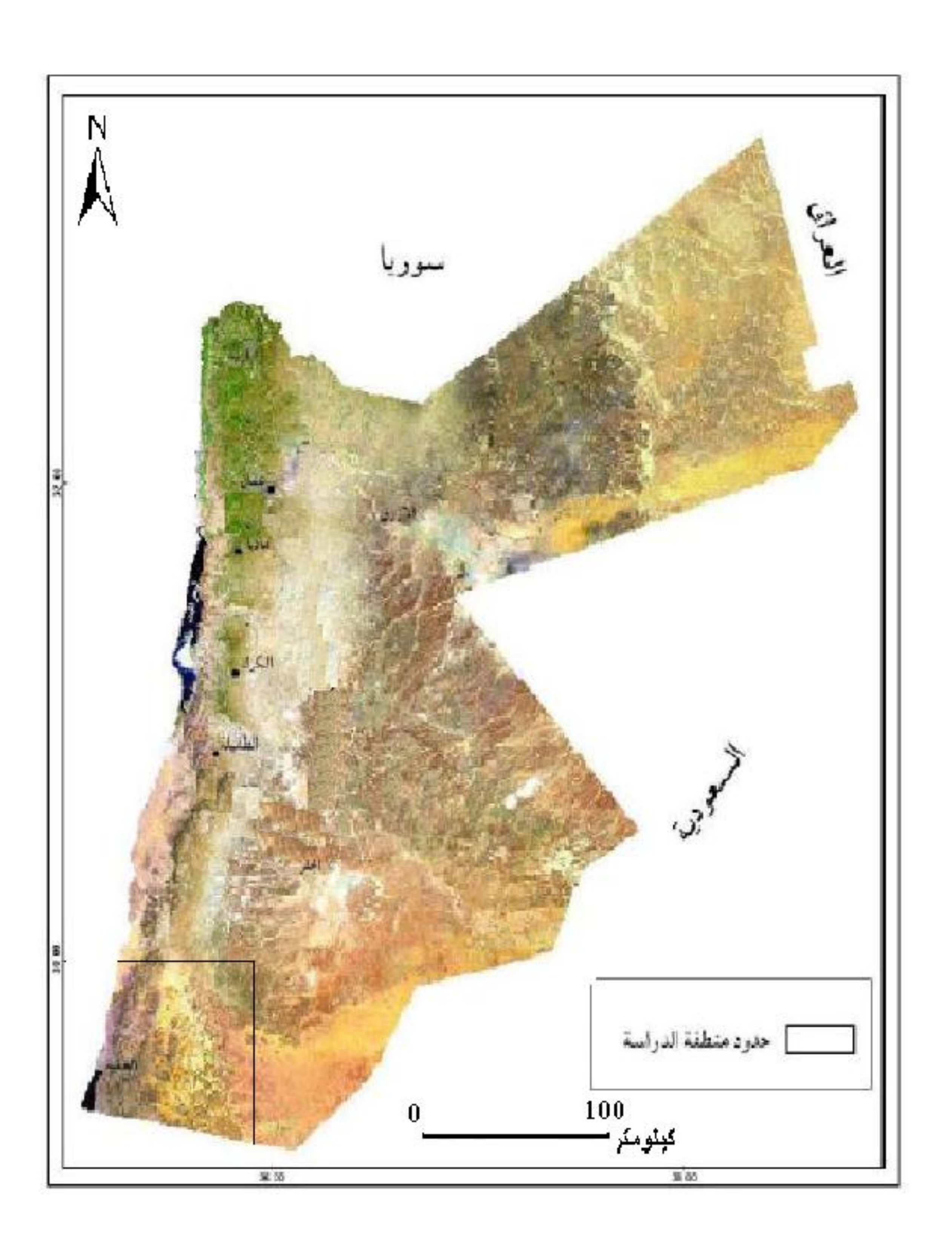
تتباين التضاريس ضمن منطقة الدراسة، حيث تضم حوض وادي عربة الجنوبي الذي لا يزيد اتساعه عن ١٠ كم، وتغطيه رسوبيات الوديان الحديثة، ورسوبيات السباخ، والكثبان الرمليّة، وتنحدر الأودية خلاله من الشرق متجهة نحو الغرب. وتمتد الصخور الجرانيتية إلى الشرق من وادي عربة كمجموعة من التلال الكبرى حيث يصل ارتفاعها إلى نحو ١٦٠٠ متر عند جبل باقر ويبلغ عرض التكوينات الجرانيتية نحو ٣٣كم .

وتضم منطقة الدراسة بادية حسمى التي تتألف من هضاب حجريّة متداعية، قطعتها المفاصل، والفوالق في اتجاهات مختلفة، ونحتتها السيول فحولتها إلى مجموعة من الهضيبات، والقور والتلال المنتظمة أو المسننة، وهي جميعاً ذات جروف وعرة حادة تفصل بينها قيعان طينية رملية مستوية.

الجيولوجيا

ترتبط بعض الموارد الأرضيّة بالتركيب الجيولوجيّ، إذ يعكس التركيب الجيولوجي العوامل المؤثرة في تشكيل الأشكال الأرضيّة وتطورها، كما يؤثر نظام الصدوع والشقوق والمفاصل في انماط التصريف المائي، بالإضافة إلى ذلك يؤثر التركيب الجيولوجي في حركة المياه الجوفيّة، والطبقات الحاملة للمياه.

كما تكتسب دراسة الخصائص الجيولوجية أهمية كبيرة؛ نتيجة ارتباطها بالأشكال الأرضيّة، والهيدرولوجيا، وأنواع التربة، وتنوع الغطاء النباتيّ وكثافته، وتنوع الأخطار والمشكلات البيئية والعمليات الجيومورفولوجية التي تؤثر في منطقة الدراسة (Arthur and Maria ١٩٩٨).



شكل(١) موقع منطقة الدراسة

ويمكن دراسة الخصائص الجيولوجية لمنطقة الدراسة من خلال :

١. التكوينات الصخريّة
٢. الخصائص التكتونيّة والتركيبيّة

التكوينات الصخرية

تتباين التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة، ونوجز فيما يأتي التكوينات من الأقدم إلى الأحدث: (شكل ٢) و(جدول ١)

صخور القاعدة Basement Complex Rocks

تأخذ صخور القاعدة أنماطاً متباينة من الجرانيت، والبيوتايت، والكوارتزديورايت، والبورفيري ـ بيوتايت ـ ابلايت جرانيت، والورثوكليز، والهورنبلند، مع بعض الصخور المتحولة كالميكابيوتيت، والمنزوغرانيت، والتي تشوه معظمها بتأير الحركات التكتونية، والاندفاعات البركانيّة (عابد، ١٩٨٥). وتغطي منطقة متصلة طفي وسط منطقة الدراسة تمتد من الشمال إلى الجنوب، وتغطي مساحة تقدر بنحو (١٠٩٣,٩٤) كم^{٢}، أي ما يعادل (١٦,٢١%) من منطقة الدراسة.

صخور حقبة الحياة القديمة Paleozoic

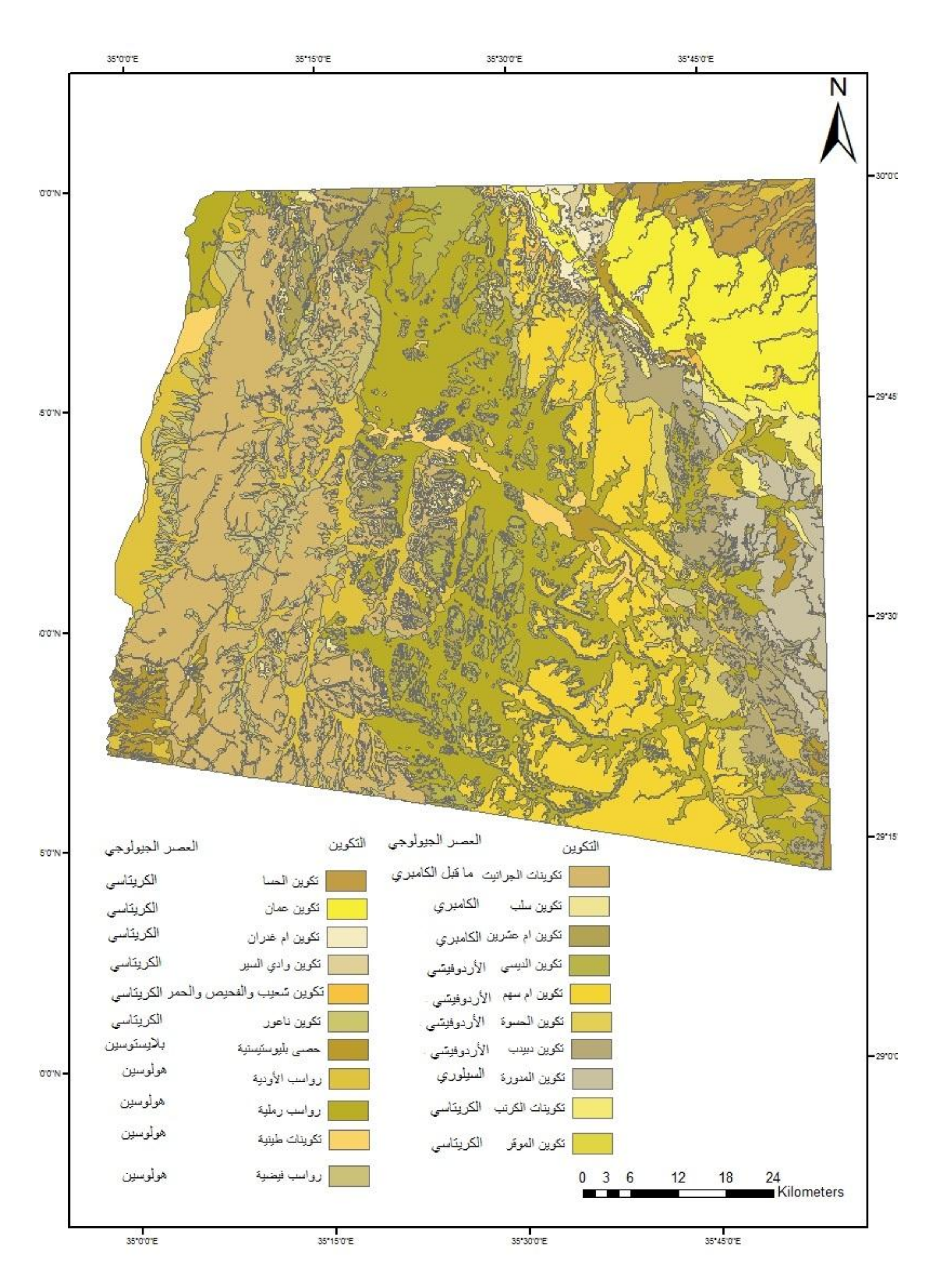
تكوينات سلب Saleb Formation

يشكل تكوين سلب الاركوازي الذي يرجع عمره إلى العصر الكامبري الأوسط، وحدة القاعدة لمجموعة رم الرمليّة Ram Sandstone Group يغلب على هذا التكوين اللون الأصفر البني مع وجود ألوان أخرى مثل الأبيض، والبنفسجي ويتميز :ـ (عابد ٢٠٠٠)

أ. يحوي نسبة عالية من الفلسبار. وهذه النسبة تزداد نحو الأسفل؛ أي بقرب قاعدته.

ب. يحوي عند قاعدته وفي أجزاء كثيرة منه طبقات من الرواهص التي يغلب عليها الكوارتز المبلور جيد الاستدارة.

ت. جيد التطبق حيث طبقاته متساوية السمك شرقي القويرة.



شكل (٢) توزيع التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة

* اعداد الباحثة بالاعتماد على خرائط جيولوجية مقياس ١: ٥٠,٠٠٠

جدول (١) التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة*

التكوين الجيولوجي	المساحة (كم^{٢})	(%) المساحة	العصر الجيولوجي	الحقبة
رواسب فيضية	٤٢٩	٦,٣٦	الهولوسين	السنوزويك
تكوينات طينية	٩٨	١,٤٥		
رواسب رملية	١٤١٥	٢٠,٩٧		
رواسب الأودية	٦٦٨	٩,٩		
حصى بلويستوسينية	١٨١	٢,٦٨	بلايستوسين	
تكوين ناعور	١٠	٠,١٥	الكريتاسي	الميزوزويك
تكوين شعيب والفحيص والحمر	٢٧	٠,٤		
تكوين وادي السير	٢٨	٠,٤١		
تكوين ام غدران	٤٨	٠,٧١		
تكوين عمان	٤٦٨	٦,٩٣		
تكوين الحسا	١٢٩	١,٩١		
تكوين الموقر	٤	٠,٠٩		
تكوين الكرنب	١٠٠	١,٤٨		
تكوين المدورة	٢٢٥	٣,٣٣	السيلوري	الباليوزويك
تكوين دبيدب	٢٨٢	٤,١٨	الأردوفيشي	
تكوين الحسوة	١٧٤	٢,٥٨		
تكوين أم سهم	٧٧٥	١١,٤٨		
تكوين الديسي	٢٧٤	٤,٠٦		
تكوين أم عشرين	٢٢٣	٣,٣	الكامبري	
تكوين سلب	٩٥	١,٤١		
تكوينات الجرانيت	١٠٩٦	١٦,٢٤		ما قبل الكامبري
المجموع	**٦٧٤٩**	**١٠٠**		

*. اعداد الباحثة بالاعتماد على خرائط مقياس ١: ٥٠,٠٠٠ وحسبت المساحات باستخدام برنامج ARCGIS٩,٣

يظهر هذا التكوين في أجزاء متفرقة تقدر مساحتها بنحو (٩٣,٢٩) كيلومتر مربع، أي ما يعادل (١,٣٨%) من منطقة الدراسة. ويتراوح سمكه بين ١٥_ ٦٠ متر. أما بيئة ترسيبه فبيئة نهريّة متشبعة.

تكوين أم عشرين Um Ishrin Formation

يرجع عمر هذا التكوين إلى العصر الكامبري المتأخر من حقب الحياة القديمة. ويعادل هذا التكوين الحجر الرمليّ البني المجوى. كما وصفه بندر (Bender, ١٩٧٤)، وتكوين صخور القويرة الرمليّة العليا عند كل من كونيل (Quennell, ١٩٥٦) وبيردون (Burdon, ١٩٥٩).

يعلو هذا التكوين تكوين سلب ويتألف من حجر رمليّ اركوزي إلى سيلكي خشن إلى ناعم الحبيبات، ويتراوح سمكه في منطقة الدراسة ٣١٠ _ ٣٤٠ متراً تظهر تكويناته في الأجزاء الوسطى من منطقة الدراسة مغطياً مساحة تقدر بنحو (٢١٧,٥٤) كيلومتر مربع، أي ما يعادل ٣,٢٢% من منطقة الدراسة

تكوين الديسي Disi Formation

يعادل هذا التكوين الحجر الرمليّ الكتلي أبيض التجوية، ويتكون من الحجر الرمليّ الكوارتزي أبيض متوسط إلى خشن الحبيبات متوسط إلى ضعيف التماسك.

يعلو تكوين أم عشرين ويغطي حزاماً عريضاً يمتد من رأس النقب إلى قاع الديسي إلى جبل سهم على الحدود السعودية بمساحة تقدر بنحو (٢٧٣,٢٠) كيلومتر مربع أي ما يعادل ٤,٠٥% من منطقة الدراسة وتصل سماكته إلى نحو ٣٠٠ - ٣٥٠ متر.

ويمتاز هذا التكوين بتأثره بمعدلات التجوية، وبالتشققات الكثيفة والتغير في اللون، بسبب زيادة مكونات الحديد، وفي دراسة (Powell ١٩٨٩) أضاف الملاحظات الآتية عن هذا التكوين

١. قطع الحجارة تدل على حدوث فيضان كون هذه الترسبات

٢. حبيبات الكوارتز المستديرة، والنضوج الطبقي يدل على انتقال الرواسب من مصادر بعيدة

٣. حدوث تغير مناخي أثر في تشكيل هذا التكوين مما أدى إلى عملية إذابة أكبر لمنطقة المصدر في مناخ أكثر رطوبة.

تكوينات أم سحم Sahm Formation

يعود عمر هذا التكوين إلى الأردوفيشي الأسفل ويعادل الحجر الرمليّ الطبقيّ بني التجوية، ويتكون من الحجر الرملي

ّ البني متوسط إلى خشن الحبيبات، ويمتاز بمنحدرات شديدة الوعورة، ويمثل مرحلة انتقالية بين النهريّة والبحريّة.

يغلب على هذا التكوين الحجر الرمليّ متوسط الحبات ذي التطبق المتوازي الذي يحوي تطبقاً متقاطعاً مستوياً وقاعياً. يوجد بهذا التكوين أربعة مستويات من الحجر الرمليّ الناعم، والغرين والغضار في وسطه باتجاه القمة. وتتميز باحتوائها على آثار الكائنات الحية (Bender,١٩٧٤ ; Powell, ١٩٨٩; عابد ٢٠٠٠)

يظهر هذا التكوين بدءاً من رأس النقب في الجزء الشمالي من منطقة الدراسة ويمتد إلى الجنوب الشرقي ماراً بقاع الغال إلى جبل سهم عند الحدود السعودية. وتقدر مساحته داخل منطقة الدراسة بنحو ٧٧٤,١٧ كم٢، أي ما يعادل ١١,٤٧% من مساحة منطقة الدراسة.

مجموعة الخريم Khreim Group

يتراوح عمر هذه المجموعة من العصر الاردوفيشي إلى السيلوري، وتظهر تكويناتها فوق ا لحجر الرمليّ؛ لتكوين أم سحم وتشمل هذه المجموعة:

تكوين حسوة Hiswa Formation

تعود تسمية التكوين إلى جبل حسوة حسب ما جاء عن بندر (عابد، ١٩٨٥)، ويقابل الجزء السفلي من تكوين خريم (Leoyd١٩٦٩)، ويعد الغضار المكون الأساسي لهذا التكوين مما يعطيه طراوة، بحيث يشكل منحدرات سهلة فوق جروف تكوين أم سحم ويعطيه لوناً رمادياً إلى مخضر، وينكشف على هيئة شريط وسط منطقة الدراسة، ويغطي مساحة تقدر بنحو ١٧٣,٨٨ كيلومتر مربع، أي ما يعادل ٢,٥٨% من منطقة الدراسة. أما بيئته الترسيبية فهي بيئة انتقالية بين البيئة النهرية والبحريّة.

تكوين دبيدب الرمليّ Dbaideb Formation

ترجع تسمية هذا التكوين إلى وادي دبيدب بالقرب من سهل الصوان (عابد، ١٩٨٥)، ويقسم إلى ثلاث وحدات واضحة (Powell ١٩٨٩). الجزء السفلي مكون من الحجر الرمليّ الناعم مع مستويات من الغرين، ويتميز الجزء الأوسط بوجود مستويين إلى ثلاثة مستويات من الحجر الرمليّ الكتليّ عدسية الشكل، أما الجزء العلوي فمكون من مستويات متعاقبة من الحجر الرمليّ متوسط الحبيبات ذي طبقات رقيقة نسبياً. ويتراوح سمك التكوين بين ١٢٠-١٥٠ متر، أما بيئته الترسيبية فهي بيئة هادئة قريبة من الشاطئ.

وينكشف تكوين دبيدب إلى الشرق من تكوين الحسوة بمساحة تقدر بنحو ٢٨١,٥٣ كيلومتر مربع، أي ما يعادل ٤,١٧% من منطقة الدراسة.

تكوين المدورة Mudawwara Formation

يتكون من حجر رملي أبيض، واصفر ويوجد فيها تقاطع طبقي ويتخللها حجر طينيّ، وسمك هذه الوحدة ما بين ٧٠ـ ٨٠ م . وقد قسم إلى ثلاث أجزاء حسب عمرها يظهر منها أثنين فقط في منطقة الدراسة. هما حجر رملي الطبيلات، وحجر طيني البتراء. وتتراوح بيئته الترسيبية بين بيئة قريبة من الشاطئ إلى بيئة أواسط الرف القاري.

ويظهر هذا التكوين في الجنوب الشرقي من منطقة الدراسة بمساحة تقدر بنحو ٢٢٤,٣٦ كم^{٢}، أي ما يعادل ٣,٣٢% من مساحة المنطقة.

تكوينات الحقبة المتوسطة Mesozoic

حجر رمل الكرنب Kurnub sandstone Formation

معظم صخوره حطامية. ويتكون الجزء السفلي منه من رمل سيلكي خشن إلى ناعم الحبيبات رمادي إلى أبيض اللون، وتتناثر بداخله بعض حبيبات الكوارتز، ويمتاز هذا الجزء بتطبق متقاطع يتغير إلى متقاطع مقعر في الجزء العلوي الذي يتكون من رمل متطبق ذي حبات متوسطة ومتعددة الألوان . أما بيئته الترسيبية فنهرية متشبعة في جزئه السفلي ونهرية متعطفة في جزئه العلوي.

يبلغ سمك هذا التكوين في منطقة الدراسة ٦٠ متراً، وتظهر تكوينات الكرنب كحزام فاصل يفصل بين تكوينات الكريتاسي وتكوينات السيلوري حيث تغطي مساحة تقدر بنحو (٩٠,٦كم²)، أي ما يعادل ١,٤٨% من مساحة منطقة الدراسة. أما عمره فيعود إلى الكريتاسي الأعلى.

مجموعة عجلون Ajlun Group

بدأت هذه مجموعة منذ أن ترسبت الصخور الكربوناتية أثناء ارتفاع مستوى البحر مع بداية العصر السينوماني من الكريتاسي الأعلى، إذ كان الأردن جزءاً من الرف القاري لبحر تيثس. ويمكن تقسيم هذه المجموعة إلى ما يأتي :

تكوين ناعور Na'ur Limeston Formation

يُعد تكوين ناعور الكلسي الذي يرجع عمره إلى السنومانيان التكوين الأقدم في مجموعة عجلون ويعادل الجزء السفلي من وحدة الحجر العقيدي عند بندر (Bender ١٩٧٤)، وتبلغ سماكته (٨- ٢٥م).

يتألف الجزء السفلي من الطين والغرين والرمل وعدة مستويات من قشر حديدية، ويتألف الجزء العلوي من حجر جيري دولوميتي ودولومايت رملي ورمل جيري. ويمكن تقسيم هذا التكوين إلى أربع وحدات صخرية : (عابد، ١٩٨٥)

- الوحدة A وتشمل طبقات من الدولوميت الرمليّ، والدولومايت الغضاوي، والصخور الطينية والمارل، والغضار الأسود، والحجر الرمليّ الناعم.

- الوحدة B وهي وحدة كربونية صلبة تتكون من الدولومايت، والحجر الكلسي الدولوماتي، والحجر الكلسي مع قليل من الصوان.

- الوحدة C وتتكون المارل المخضر، وحجر الغرين الكلسي، والحجر الكلسي الناعم والطينيّ.

- الوحدة D وهي وحدة مكون من الكربونات، والدولوميت، والحجر الكلسي الدولوماتي.

ويظهر تكوين ناعور في الجزء الشمالي الشرقي من منطقة الدراسة، وتبلغ مساحته حوالي (٩,٨٨كم²)، أي ما نسبته (٠,١٥%) من مساحة منطقة الدراسة. أما بيئته الترسيبية فهي بيئة بحرية مفتوحة انتقالية.

تكوين الفحيص والحمر وشعيب Shu'ayb Hummer Fuhays Formation

يتراوح عمر هذه التكوينات بين السنومانيان والتورونيان، ويصعب فصل هذه التكوينات في منطقة الدراسة؛ نظراً لتداخل السحنات الصخريّة الكلسية، ويتألف من صخر رملي يتعاقب مع دولومايت رملي، ومارل، وطين، وغرين، وجبس، وعدة مستويات من القشر الحديدية، وتصل سماكته ٦٠م، أما بيئته الترسيبية فتتراوح بين بيئة ترسيبية بحريّة مفتوحة إلى بحريّة هامشيّة تتخللها رسوبيات قارية، وتبلغ مساحته حوالي (٢٦,٨٢ كم^{٢})، أي ما نسبته (٠,٤٠%) من مساحة منطقة الدراسة.

تكوين وادي السير Wadi Sir Limeston Formation

يرجع عمر هذا التكوين إلى التورنيان، وتبلغ سماكته ٦٣م. يبدأ بظهور طبقات من الدولومايت الرمليّ، والدولومايت الطيني والغرين. وتزداد نسبة الرمل في هذا التكوين كلما اتجهنا شرقاً، حيث يتكون في المناطق الشرقية من صخر رملي جيري، ورمل وغرين طيني. أما بيئته الترسيبية فهي بيئة بحرية مفتوحة إلى بيئة بحرية ضحلة تتخللها رسوبيات قارية. ، وتبلغ مساحته حوالي (٢٧,٨٥ كم^{٢})، أي ما نسبته (٠,٤١) من منطقة الدراسة.

مجموعة البلقاء Belqa Group

يعد كوينل وبوردن (Quennell ١٩٥٦) و(Burdon ١٩٥٩) أول من أطلق لفظ مجموعة البلقاء على صخور هذه المجموعة، وتتميز بتباين أنواع الصخور المكونة لها مثل الطباشير، والبورسلينيت، والفوسفات، والحجر الكلسي والمارل . وتتوضع صخور هذه المجموعة فوق مجموعة عجلون . وقسمت هذه المجموعة إلى الوحدات الآتية:-

تكوين أم غدران Wadi Umm Ghudran Formation

يتوضع في الجزء الشمالي الغربي من منطقة الدراسة وينكشف فوق تكوين واي السير، ويحتوي على طباشير، وصوان التريبولي (Tripoli) والحجر الرمليّ، ويغطي مساحة قدرت بنحو (٤٧,٠٣ كم^{٢})، أي ما يعادل (٠,٧%) من منطقة الدراسة. أما بيئته الترسيبية فهي بيئة قريبة من الشاطئ.

Amman Siliciified Limestone Formation تكوين عمان السيليسي

يظهر في الأجزاء الشمالية الشرقية من منطقة الدراسة. وتبلغ سماكته في منطقة الدراسة ٤٠م، ويتكون الجزء السفلي منه من طبقات صوانية متداخلة مع سحنات رملية وكوارتيزيت وفوسفات حبيبي خشن وحجر جيري دولومتي ورمل فوسفاتي وكوكينا، أما جزءه العلوي فيميزه عقد كبيرة من الكوارتز. وتبلغ مساحته في منطقة الدراسة حوالي (٤٦٧,٣٩ كم٢) أي ما نسبته حوالي (٦,٩٣%) من منطقة الدراسة. أما بيئته الترسيبية فهي البيئة البحرية.

Hasa Formation تكوين الحسا

يتوضع فوق تكوين عمان السليسي ويحوي طبقتين من الصوان الرمادي الداكن ذي نسبة من الحجر الكلسي المارلي، والفوسفاتي الغني بالمستحثات، ويتألف من حجر كلسي فوسفاتي، وصوان فوسفاتي، وطبقات رقيقة من الدولومايت الطباشيري، وصوان عقدي رمادي اللون، ومارل وطبقات من الحجر الكلسي(سلطة المصادر الطبيعية، ١٩٩٢). وتبلغ مساحته داخل منطقة الدراسة (١٢٨,٣٨كم٢)، وبيئته الترسيبية بحرية.

Muwaqqar Formation تكوين الموقر

يمتد عمر هذا التكوين من الكريتاسي الأعلى حتى الأيوسين الأعلى، ويغطي منطقة صغير تبلغ مساحتها (٣,١٦كم٢)، أي ما يعادل (٠,٠٦%) من منطقة الدراسة، ويتكون من المارل البني إلى الأحمر، والمارل الطباشيرين ويحتوي على طبقات من الصوان.

تكوينات الحقبة الحديثة Cenozoic

يمكن تقسيم الرواسب السطحية لهذه الحقبة إلى قسمين:

رواسب البلايستوسين Pleistocene Sediments

وهي عبارة عن تطبق عمودي من رمل حبيبي خشن، وحصباء، وجلاميد، وتحوي صخور قديمة مركبة من طبقات صخرية محلية وغالباً غير مندمجة، وتحتوي على طبقات ملحية افقية. وبيئتها الترسيبية فيضية، وتشكل مساحة ١٨١كم٢، أي ما يعادل ٢,٦٨% من منطقة الدراسة.

رواسب الهولوسين إلى الحديث Holocene To Recent Sediments

رواسب الأودية

وتتمثل في رواسب الحصى، والجلاميد، والأتربة الناتجة عن عمليات نحت الأودية التي تنتشر في منطقة الدراسة. وتشكل إحدى الأشكال الرئيسة في منطقة الدراسة ومن الأشكال الإرسابية التي تشكلها الأودية السدود التي تنتشر عند مخارج الأودية. (سلطة المصادر الطبيعية، ١٩٩٢) وتغطي هذه التكوينات نحو ٦٦٨كم^{٢}، أي ما يعادل ٩,٩% من منطقة الدراسة.

رواسب رملية

وهي رواسب تشكلت في ظل ظروف الجفاف بعد عصر البليستوسين، وتتخذ أنماط وأشكال متعددة منها كثبان الظلال، والنباك، والكثبان الرملية على شكل فرشات رملية واسعة. وتغطي هذه التكوينات نحو ١٤١٥كم^{٢}، أي ما يعادل ٢٠,٩٧% من منطقة الدراسة.

المراوح الفيضية

وتضم المراوح الرسوبية للأودية والتي تنتهي عند أقدام المرتفعات ومن أهمها مروحة وادي اليتم، والمراوح التي تنتهي في وادي عربة. وتتكون من رمل، وحصى، وطبقات رقيقة من التربة. وتغطى مساحة تقدر بنحو ٤٢٩ كم^{٢}، أي ما يعادل ٦,٣٦% من منطقة الدراسة

رواسب القيعان

تغطي هذه الرواسب القيعان التي تنتشر وسط منطقة الدراسة، وهي عبارة عن رقائق من الغرين، أو الرمل الناعم، وفي معظم الأحيان تخلو هذه الرقائق من التراكيب الرسوبية كالتطبق المتقاطع لأنها ترسبت من مياه غير متحركة. وتبلغ مساحتها (٩٧,٦٢كم^{٢})، أي ما يعادل (١,٤٥%) من منطقة الدراسة.

الإطار التكتوني والمورفوبنيوي

تتميز منطقة الدراسة بتعقدها التكتوني الشديد؛ لموقعها على الجانب الشرقي لنطاق الضعف البنيوي على طول وادي عربة (صدع وادي عربة) . بالإضافة إلى عدد كبير من الصدوع الإقليميّة، والثانوية التي نشطت تكتونياً خلال مراحل جيولوجية متعددة مثل صدع القويرة.

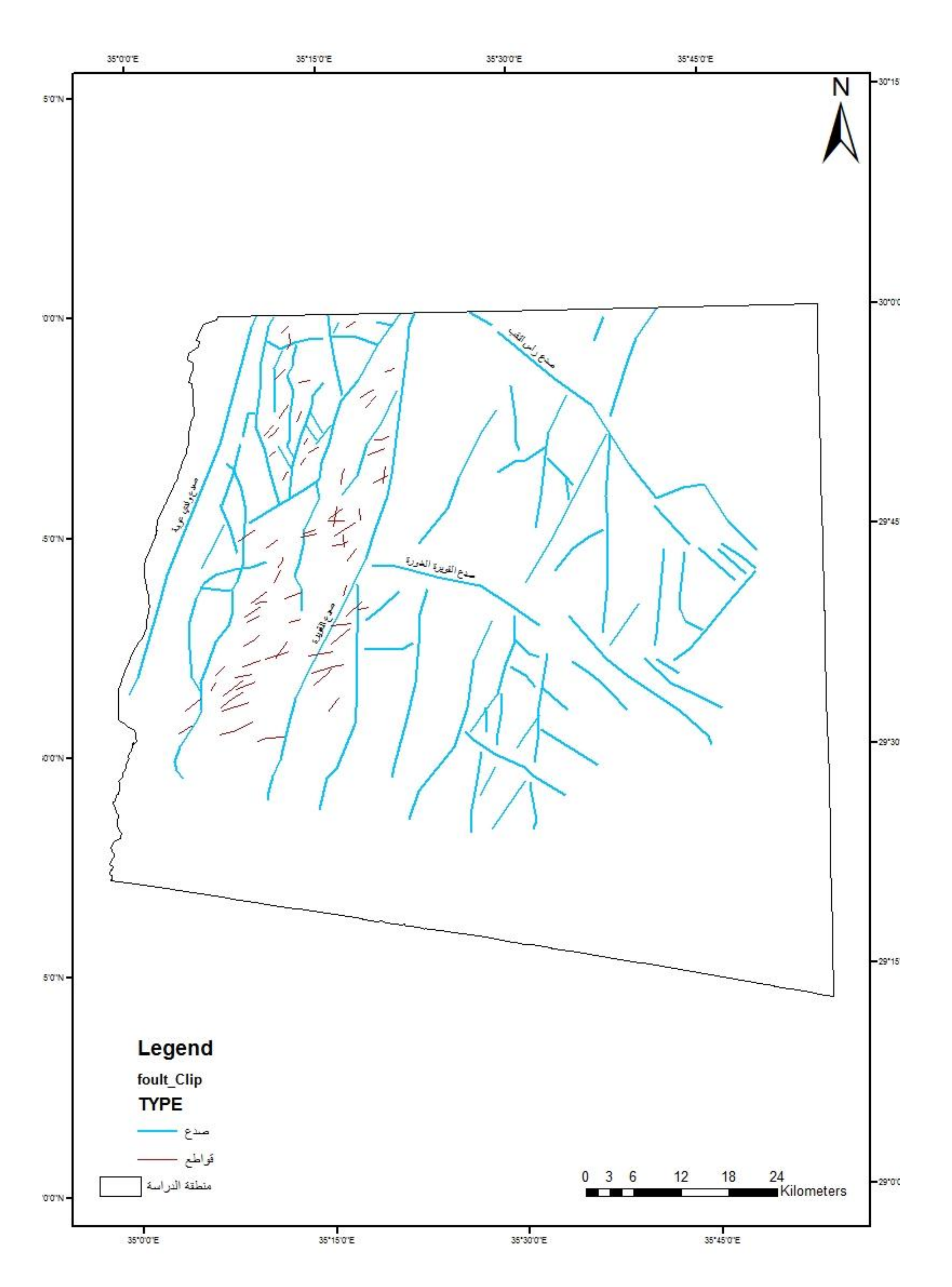
تعرضت صخور القاعدة مع نهاية حقبة ما قبل الكامبري لعمليات الرفع والحت التي أدت إلى ظهور القواطع الرأسية، وتحول في صخور القاعدة إلى شبه سهل تحاتي لا زالت أجزاء منه محفوظة تحت صخور الحجر الرمليّ الكامبري. ورواسب أخرى من الحجر الرمليّ ، ثم تعرضت منطقة شرق وادي عربة إلى عمليات الرفع والطي الإقليمي، بميل عام نحو الشرق، والشمال الشرقي. (شكل ٣)

الصدوع

يسود منطقة الدراسة عدد كبير من الصدوع من مختلف الأعمار والأنواع، أسفرت عنها الحركات التفروجينية في الأليغوسين والميوسين الأسفل، التي وصلت ذروتها في الميوسين والباليوسن. وتتميز بنمطين من الصدوع كانا مسئولين عن الملامح الطبوغرافية العامة للمنطقة هي :

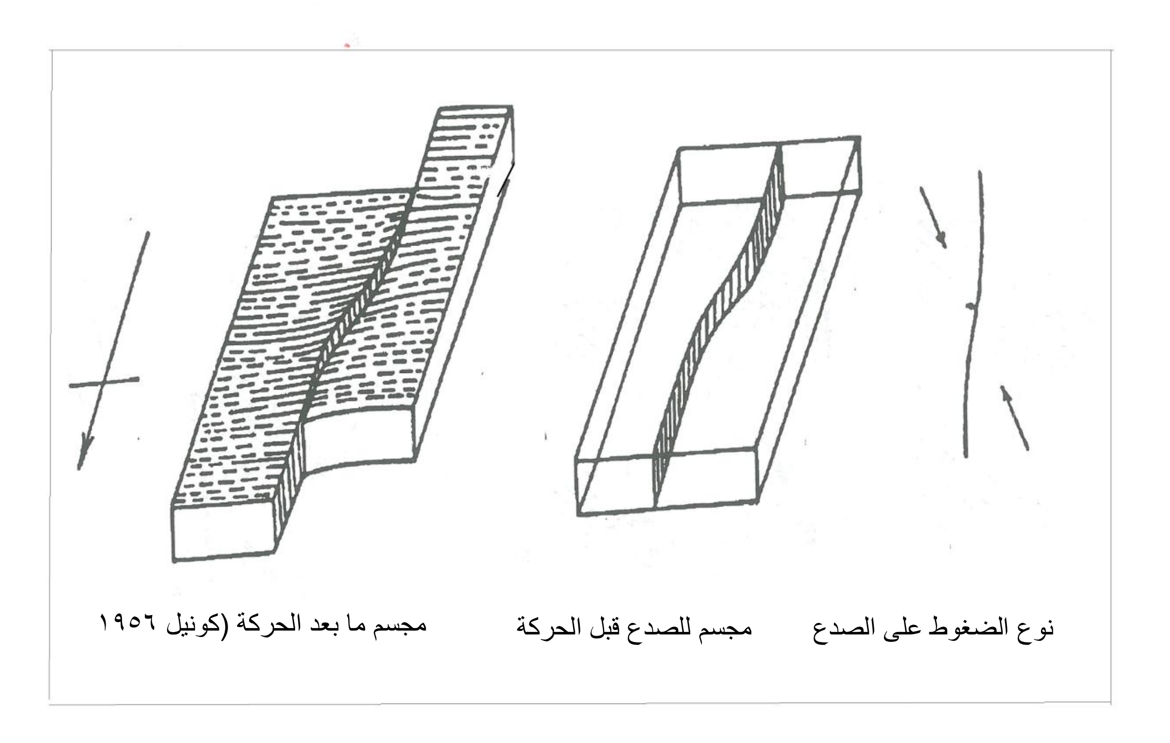
ـ خطوط التصدع التي تتخذ اتجاه شمال ـ جنوب، أهمها صدع وادي عربة وفيما يأتي خصائص أهم هذه الصدوع:

صدع وادي عربة: ويعد الصدع الجنوبي لصدع البحر الأحمر التحويلي حيث يبدأ من شمال غرب خليج العقبة ويقطع وادي عربة لمسافة نحو ١٥كم. ويعد صدع البحر الميت التحويلي الحد الفاصل بين الصفيحة العربية التي تتمثل في الأردن وفلسطين وشبه الجزيرة العربية عن صفيحة فلسطين ـ سيناء في الغرب. ويعتقد أن تكون الصدع يعود إلى ما قبل الكامبري (Abed, ١٩٨٥)، ثم تعرضت بعدها المنطقة لعدة حركات رافقتها عملية حركة أفقيّة تحركت خلالها الصفيحة العربية نحو الشمال شمال شرق بمسافة قدرت بنحو ١٠٧كم، وقد تمت هذه الحركة على مرحلتين الأولى خلال الميوسين ونتج عنها زحزحة الصفيحة العربية لمساحة ٦٢كم، أما الثانية فكانت في البليوسين بمسافة قدرت بنحو٤٥كم.(Beydoun, ١٩٩٩) والشكل (٤) يوضح حركة الصفيحة على طول الصدع وتكون وادي عربة .



شكل (٣) الصدوع والقواطع في منطقة الدراسة

إعداد الباحثة بالاعتماد على خرائط جيولوجية مقياس ١: ٥٠,٠٠٠ والمرئيات الفضائية



شكل (٤) نشأة وادي عربة (المصدر (عابد، ٢٠٠٠)

صدع القويرة: يعد من الصدوع الموازية لصدع وادي عربة، ومن أهم الصدوع الإقليمية. حيث يمر من غرب القويرة رافعاً صخور القاعدة مقابل صخور الباليوزوي، وقد سجل كل من برجوس ومقبل (١٩٩٠) رمية عمودية تصل إلى ١٥٠٠م في أجزائه الشمالية. وبلغت الحركة الأفقية ٤٠كم . (عابد، ٢٠٠٠).

ـ الصدوع التي تتخذ اتجاه جنوب شرق ـ شمال غرب وتشمل ثلاثة نطاقات يتفق الرئيس منها مع محور القيعان الممتدة من المدورة إلى القويرة. وهذه الصدوع عبارة عن نطاق غوري أخدودي عرضه ٣كم، ورميته باتجاه الجنوب الغربي. يوازيه من الشمال نطاق ضعف تكتوني يتمثل في صدع رأس النقب الذي نجم عن حركة جانبية. ومجموعة صدوع متوازية صغيرة تكونت على طولها حافة رأس النقب.

القواطع

تزداد القواطع Dyke في صخور ما قبل الكامبري الواقعة في وسط منطقة الدراسة، وتمثل هذه القواطع آخر النشاط الصهيري، وتأخذ اتجاهات توازي اتجاهات الصدوع الأساسية، وتعكس اتجاهات أنظمة الفواصل في صخور الجرانيت الحاوية لها.

وقد أوضح بندر (١٩٧٤) تزايد كمية القواطع Dyke في صخور ما قبل الكامبري في اتجاه الانهدام؛ أي أن القواطع تكثر قريباً من الانهدام، وتقل نحو الشرق أو نحو الغرب بعيداً عن الانهدام. ومعنى هذا أن هذه الصخور كانت أكثر ضعفاً في منطقة الانهدام مما أدى إلى ظهور هذه القواطع. غير أن عابد يرى أن القواطع لا تكثر ولا تقل نحو الانهدام أو بعيداً عنه بل هي في الواقع تزداد أو تنقص حسب عمر الصخور، فهي تزداد في صخور ما قبل الكامبري القديمة وتقل في صخوره الحديثة.(Abed,١٩٨٥)

تمثل القواطع التي تكثر في صخور القاعدة آخر النشاط الصهيري، والاتجاه السائد لها هو شمال شرق ـ جنوب غرب، شمال ـ جنوب. حيث توازي اتجاهات الصدوع. وقد ذكر بندر (١٩٧٤) ثم مكورت أن هذا الاتجاه ربما كان اتجاه الشقوق في القاعدة البريماكبرية مسجلة منطقة ضعف، نشطت في العصر الثلاثي من جديد، وكونت هذه الصدوع الموازية للقواطع.

الجيومورفولوجيا والوحدات الأرضيّة

الاشكال الأرضيّة

أهم ما يميز منطقة الدراسة هو تنوع اشكالها الأرضيّة؛ نتيجة تنوع صخورها، وتباين تركيبها الجيولوجي، وتعدد العوامل الداخليّة والخارجيّة المؤثرة في تلك الأشكال خلال مراحل تطورها الجيومورفولوجيّ. شكل (٥) يوضح أهم الأشكال الأرضية.

الأشكال الأرضيّة البنيوية

وهي أشكال تأثرت بالحركات التكتونية التي أصابت منطقة الدراسة، وظهر فيها أثر البنية الجيولوجية، والتكوين الصخري، والتطبق، وقد فقدت هذه الأشكال بعض صفاتها الأصلية لتعرضها، لعوامل بنيوية فاتخذت أشكال تضاريسية معدلة، ويمكن تقسيمها إلى:

ـ الشقوق والمفاصل

وتشمل المفاصل Joints، والشقوق الصخرية Fissures، وتنتج المفاصل، والشقوق الصخرية، بفعل قوى الضغط التكنونيّة، كما يحدث في عمليات الطي والامتداد الجانبي للتكوينات الصخرية، التي تنتج ما يسمى بمفاصل الشد، التي على شكل مفاصل طولية، أو عرضية أو منبسطة (سلامة، ١٩٨٢). كما يمكن أن تنتج هذه المفاصل، والشقوق عن إزالة الضغط عن الطبقات الصخرية



شكل (٥) الخارطة الجيومورفولوجية لمنطقة الدراسة

المصدر (فرحان، والبحيري، ١٩٨٩)

العليا، يؤدي اختلاف سماكة الطبقات إلى كثرة أسطح الانفصال بين الطبقات، التي تساعد بدورها على تركيز جريان الماء، ومن ثم تنشيط عملية الإذابة (عودة، ١٩٨٥).

وهناك أشكال جيومورفولوجية مترتبة على وجود الشقوق والمفاصل مثل الأخاديد العميقة، والواجهات الملساء، وأكوام الحطام الصخريّ، والهرابات المنحدرات المدرجة، وركام السفوح، ومخاريط الأنقاض، والتلال الصخرية، وغيرها من الأشكال المرتبطة بالشقوق (أبوسفط، ١٩٨٩).

وللمفاصل، والشقوق دور رئيس في تطوير الأشكال الأرضيّة، التي يمكن أن تزيد أهميتها على فعل التركيب المعدني خاصة فيما يتعلق بعمليات التجوية، والحت، وتعمل المفاصل والشقوق كأقنية للمياه المتسربة، كما تمثل مناطق ضعف في الصخر تبدأ وتستمر عندها عمليات التجوية، والحت المختلفة، وعندما تشتد عمليات التجوية على طول المفاصل المنحنية، واتساع هذه المفاصل تخضع الكتل الجبلية لعملية التقشر Exfoliation مكونة الطبوغرافيا القبابية، أو تكوين الجلاميد المستديرة عند تعرض المفاصل المكعبة لتجوية سفلي مغايرة، أو تطوير الأشكال البيضوية إذا كانت المفاصل أفقية أو برجية الشكل، كما ويساهم اشتداد عمليات التجوية، والتعرية في مناطق المفاصل نفسها في تطوير الجروف والأودية أو الخرافيش والكهوف الكارستيّة، أو حفر التجوية، أو تكوين المخاريط الهشيمية بفعل التساقط الصخري الحر (سلامة، ١٩٨٢).

وتشترك الشقوق والمفاصل في إضعاف الصخر، من خلال تصعيد عمليات التجوية، والهدم المختلفة فيها. وتكوين بعض الأشكال الأرضيّة المميزة على هيئة نصال Parting Slab يفصل فيما بينها أودية، أو صدوع يطلق عليها الحجارة الناسكة Stones Monk، أو الحجارة الهائمة (الصخور المعزولة) Penitent rocks أو شواهد الأضرحة Tomb stones، وتسمى الطبوغرافيا التي تشتمل على هذه الأشكال بالطبوغرافيا القوامية Textured relief، أو طبوغرافية الأشكال الهائمة Gefuge relief (سلامة، ١٩٨٣).

وتظهر آثار المفاصل، والشقوق في منطقة الدراسة من خلال تطور أشكال أرضيّة مثل البيدمنت الحجري والحصوي، وتساقط الصخور، وتطور حفر التافوني، وتكون سفوح الأنقاض (سفوح الهشيم)، بفعل التجوية الميكانيكية والكيميائية.

الواجهات الملساء

يطلق عليها اسم "ملقة"، وهي شائعة الانتشار على جوانب صخور الكامبري بشكل عام، وبتلك الموجودة في القيعان بشكل خاص، وتزيد هذه الملقات وضوحاً وضخامة على الجوانب الجنوبية للهضبة الحمراء، وتلال القرينفات، وكذلك على الطرف الشمالي لجبل أم عشرين، وتتراوح مساحات الملقات بين عدة أمتار إلى ما يزيد عن ١٠٠٠م٢. وللشقوق العميقة دور في تشكل الواجهات الملساء حيث تشكل سطوحاً جديدة، تقطع الطبقات الصخرية رأسياً، وحتى يكون هذا الدور فعالاً لابد من كون هذه الشقوق على درجة من الضيق تحول دون عمليات النحت السطحي، بحيث تمتلئ فقط بالمواد الذائبة المتسربة بمسام الصخر، بالإضافة إلى ترسب المواد الدقيقة الطينية التي تحملها المياه المنسابة إلى تلك الشقوق. وأما دور تركيب الصخر فيتعلق بنسبة المادة اللاحمة القابلة للإذابة ونوعها ومسامية الصخر، ودل تحليل القشرة الخارجية للملقات على غناها بالكربونات (١٥%) مقارنة بالصخر الداخلي (٠,٨%) ونتيجة النحت التفاضلي الذي ينشط في طبقات الحجر الرمليّ الكامبري تتشكل فجوات تشبه الكهوف تمتد أفقياً في الغالب مما يؤدي إلى الوصول إلى سطح الشقوق وتهدم كتلها الخارجية تاركة خلفها الطبقات المترسبة على شكل سطح أملس، ويتوقف حجم الملقات على عمق الشقوق (أبوسفط، ١٩٨٩).

ـ الحافات الصدعية المتآكلة بفعل النحت

من الأشكال الأرضيّة الصدعية التي تتخذ شكل الجروف سحيقة الانحدار، وتنتج عند ارتفاع أحد جانبي الصدع بحيث يعلو الجانب الآخر أو نتيجة ارتفاع أو هبوط أحد الجانبين، وبقاء الجانب المقابل محافظا على ارتفاعه، وتعتمد الحافة الصدعية في موروفولجيتها على أبعاد الصدع نفسه وخصائصه من حيث الامتداد الطوليّ والعرضيّ والارتفاع، وقد يسهم في نشأة هذه الحافات الصدعية صدع مستمر أو عدة صدوع متجاورة، وتمتد بالاتجاه نفسه ولكنها تكمل بعضها، وتودي إلى النتيجة نفسها (سلامة، ٢٠٠٥). وتنتشر الحافات الصدعية في منطقة الدراسة أهمها، حافة راس النقب في الجزء الشمالي الشرقي، هي منحدرات نحت كويستا راس النقب التي تكونت نتيجة لحدوث صدوع في طبقات صخرية مختلفة التركيب الجيولوجي. ويتركب الشكل العام لهذه الحافة من حافات مركبة تتكون أعاليها من حافات أسطح الصدوع التي تعدلت بفعل عوامل التعرية، بينما تتكون أقدامها من حافات صدع أصلية (Arther, ١٩٧٨).

ويعود تكون هذه الحافات إلى الحركات التفروجينية التي بدأت مع حلول الأوليجوسين والميوسين، وبلغت هذه الحركات ذروتها في الميوسين والبلوسين، وتميزت بحدوث صدوع رئيسة تتجه من الشمال إلى الجنوب، وصدوع ثانوية شرقية غربية، مما أدى إلى انكشاف صخور حافة راس النقب ورفعها بمقدار ٥٠٠ متر فوق قاع النقب (الفرحان والبحيري، ١٩٨٩)

الشواطئ المرفوعة

نمت في المياه الضحلة لخليج العقبة مستعمرات مرجانية على أطراف قاعدة السفح الرسوبي الغارقة تحت الماء، ولكن لاستمرار ارتفاع اليابس، ظهرت هذه المستعمرات كخطوط شواطئ مرفوعة منسوب أعلاها يزيد عن أربعين متراً ومنسوب أدناها ثلاثة أمتار فوق مستوى سطح البحر.

أدى تواجد هذه المرجانيات على مناسيب مختلفة إلى الاعتقاد بأنها ظهرت فوق سطح الماء إبان نوبات نهوض تعرض لها اليابس عبر الزمن الجيولوجي الرباعي، ولعله مما يغري بهذا الاعتقاد استواء أسطح هذه البقايا حتى تبدو كأنها مصاطب قطعتها حركة الأمواج Wave – cut خلال فترات توقف حركات النهوض عند مستويات متعاقبة. وهذا الرأي ما ذهب إليه أيضاً كل من السياري (١٩٨٤) ومن بعده فيتافنزي (١٩٨٧)، غير أنه تبين للفرحان والبحيري (١٩٨٩) أن المرجانيات تقع على مناسيب متفاوتة تتراوح بين ثلاثة أمتار فوق الحد الأعلى للمد والجزر وما يربو على أربعين متراً في الداخل، ومن المرجح أن تكون عمليات الرفع وبناء المستعمرات المرجانية استمر على وتيرة واحدة، دون توقف يذكر، منذ أن طغت مياه البحر على قاع حفرة الخليج وحتى الوقت الحاضر. (الفرحان، والبحيري، ١٩٨٩).

بالنسبة لعمر هذه الشواطئ فقد أوضح السياري بأن ما يقع منها على ارتفاع أثني عشر متراً عند راس الشيخ حميد بالسعودية يعود إلى ٣٥ ألف سنة مضت من خلال تأريخ كربون١٤. أما فنزي فيرى من خلال التأريخ بالطريقة نفسها أن المرجانيات الواقعة على ارتفاع خمسة عشر متراً جنوبي المحطة البحرية في العقبة يعود عمرها إلى نحو ٢٩٥٠٠سنة، في حين يؤرخ أدناها (على ارتفاع ثلاثة أمتار) بنحو ٣٨٠٠٠سنة (الفرحان، والبحيري، ١٩٨٩).

أشكال أرضية ذات أصل تحاتي

التلال المنعزلة Inselberg

وهي تلال تبرز كجزر وسط السهول الصحراوية، وتدعى بالقلوب، تبرز على شكل تلال وجبال من الصخور العارية ذات جوانب قائمة، أو منحدرة، منتشرة ومبعثرة فوق سهول شبه مستوية، واسعة المساحة، ترتفع فوقها وكائنها جزر صخرية، وهي تقابل اصطلاح Monadnock بالأقاليم الرطبة، وتعبير Mongate بالمناطق الكارستية. وإذا وصلت هذه التلال مرحلة متقدمة من مراحل دورتها التحاتية، يطلق عليها في هذه الحالة تعبير Hum، وتنشأ هذه التلال كظاهرات متبقية Reseidual Features من نشاط التعرية خلال عصور رطبة، وجافة متعاقبة خلال فترات زمنية سابقة، حيث سادت التجوية الكيميائية خلال الفترات رطبة، وتنشط خلالها عوامل النحت بالمياه. ثم تكتسحها الرياح إبان مراحل الجفاف اللاحقة بها. وتتخذ التلال المنفردة عدة أشكال، فقد تبدو مخروطية، أو مستوية السطح، وكثيراً ما تتخذ سطوحها المظهر القباني المقوس، وعموماً تتشكل نتيجة التقطيع المستمر للكتل الهضبية.(مجدي، ١٩٩٣).

وقد ميز القرالة (٢٠٠٣) بين نوعين من الأنسلبرج حسب الشكل العام وهما: (القرالة، ٢٠٠٣)

أ. التلال المنعزلة الكبيرة

وتنتشر على مساحة واسعة من منطقة الدراسة. ويمكن تصنيفها بناء على شكل القمة إلى ما يأتي:

١. الإنسلبرج مقبب القمة، يمثل هذا الشكل صخور الأردوفيشي الأسفل (O١) وتنتشر على أطراف قاع أبو قريشع كما في جبل الرخامتين، وعلى أطراف قاع أم سلب، وعلى أطراف ووسط قاع الديسي، وتمتاز الإنسلبرج في صخور الأردوفيشي الأسفل (O١)، بقلة الشقوق والمفاصل وبسفوحها المحدبة، وتنتشر في المناطق الغربية، التي تعرضت لعمليات الحت المائي.

٢. الإنسلبرج هرمي القمة: يمثل هذا الشكل صخور (cb)، كما في قاع أبو قريشع ممثلة بجبل العتود والعتيد، وتمتاز بكثافة الشوق، وتكون مخاريط الأنقاض (سفوح الهشيم) وتتباين في حجومها وأبعادها، فمنها كبير الحجم كجبل العتود، وصغير الحجم كجبل العتيد.

٣. الإنسلبرج متعدد القمم: ينتشر هذا الشكل بالاتجاه شرقاً في منطقة الدراسة على أطراف قاع الديسي، وقاع الغال، وقاع الخريم، ويتمثل بصخور الأردوفيشي الأسفل (O٣)، والأوسط (O٤)، ويمتاز بكثافة الشقوق، وتكون سفوح الهشيم.

٤. الإنسلبرج مستو السطح: وينتشر هذا الشكل على أطراف قاع الغال، وقاع الخريم، وتتمثل في صخور الأردوفيشي الأعلى، وتمثل أسطحها بقايا أسطح تحاتية.

الإنسلبرج الصغيرة الحجم

تنتشر التلال المنعزلة صغيرة الحجم على أطراف القيعان الصحراوية ووسطها وتظهر كتلال متخلفة عن النحت وتتباين في درجات انحدارها إذ تتراوح ما بين ١٠ – ١٦°، بالإضافة لتدني مناسيب ارتفاعها وتختلف في أشكالها تبعاً لنوع الصخر. وتلعب الشقوق والمفاصل دوراً رئيساً في تراجعها بالإضافة إلى فعل التعرية المائية، والريحية. (شكل ٦)



شكل (٦) التلال المنعزلة (الانسلبرج)

الأودية الجافة Dry Wadies

إحدى الأشكال الجيومورفولوجيّة القديمة التي تكونت خلال ظروف مطيرة تختلف عن الجفاف الصحراوي الحالي، ويبدو المظهر المورفولوجي العام لبعض الأودية كأنها عاجزة أو ضامرة غير متوافقة مع مظاهر الجدب الصحراوي، إذ تغور مجاريها الخانقية بضع مئات الأمتار، وتشبه مقاطعها العرضية شكل حرف (V)، كما تتهدل جوانبها الوعرة بفعل الجداول والمسيلات الجبلية فتصبح أشبه بالأراضي الوعرة، في حين يقتصر الجريان بقنواتها حالياً على فترات ما بعد السيل الصحراوي فتتحرك المياه كفيضانات وامضة، ولكنها تكون قادرة على دفع ركامات الجلاميد والحصى أمامها بضعة أمتار قبل جفاف المياه وتسربها لباطن الأرض.(مجدي، ١٩٩٣)

والأودية في منطقة الدراسة من النوع الجاف والتي لا تجري فيها المياه الا في فترة سقوط المطر، وتأخذ نمطين من التصريف الأول ينتهي عند القيعان الصحراوية والسهول والسدود الرمليّة وسط منطقة الدراسة، النمط الأخر ينتهي عند وادي عربة، وخليج العقبة مكوناً سلسلة من البهادا، والمرواح الفيضية.

حفرالتافوني

يطلق تعبير تافوني على الكهوف الصغيرة الناتجة عن التجوية الكيميائية، وتتراوح أبعادها من بضعة ديسمترات، وقد تصل أعماقها أحياناً إلى المتر الكامل. وهي حفر كروية الشكل، مجوفة من الداخل، تمتاز أسطحها الداخلية بصقلها، وتقوسها، وتظهر هذه الظاهرة في المناطق التي تتمتع بتغيرات حادة في درجات الحرارة، بالإضافة إلى هبوب الرياح القوية القادرة على إزالة المواد المتحللة من داخل هذه التجاويف (شكل ٧).

وتعد هذه الظاهرة نتاج نشاط مشترك للتجوية الكيميائيّة والميكانيكيّة بطبقات الحجر الرمليّ الكامبري، والأردوفيشي الأسفل، ورمل الكرنب. وترجع أسباب هذه الفجوات الغريبة إلى انفراط عقـ د أكاسيد الحديد، وتساقطها من مكاشف الصخر الرمليّ الكامبري، وكذلك تخلع حصوات الكوارتز من مكاشف الحجر الرمليّ الأبيض الأردوفيشي الأدنى ورمل الكرنب ، عندئذ تشكل المواضع التي كانت تشغلها هذه العقد والحصوات فجوات جينية تظل تتسع، وتغور في جسم الصخر لتوالي انفر اط حبات الرمل من جدران الفجوات ميكانيكياً. كما يحمل دوران الهواء أثناء هبوب الرياح حبيبات الرمال المنفرطة ويدفعها في حركة رحوية داخل الفجوات فتتآكل وتزداد

أبعادها بسرعة حتى ينتهي الأمر باتصال الفجوات المتجاورة، فتبدو الواجهة الصخريّة مثقبة في أنماط تشبه قرص النحل Honey comb، يضاف لذلك أثر المياه المتسربة عبر مسام الصخر وشقوقه الشعرية، حيث تذيب هذه المياه شيئاً من المواد الكلسية اللاحمة لحبيبات الصخر، ثم تعود شعرياً إلى السطح بعد جفافه، وحملت ضمن المحلول الصاعد جسيمات دقيقة من أكاسيد الحديد ترسبها كعقدة صلبة تغلف ما تحتها مخلفة وراءها فجوات ذات أبعاد متماثلة، وأنماطاً هندسية يتوقف توزعها على ما بالصخر من مفاصل. وعندما تنهار أعمدة الطرقات تتواصل التجاويف وتتسع مع الزمن بحيث تشكل كهوفاً طبيعية يطلق عليها اسم (الطور). (البحيري، الفرحان، ١٩٨٩)

وفي دراسة لقرالة (٢٠٠٣) وجد اختلاف عددها وأبعادها وأعماقها. وقام بأخذ بعض القياسات لحفر التافوني في قاع أبو قريشع في صخور الكامبري، والأردوفيشي الأسفل، يتراوح طولها ما بين (٢٠ – ٤٧) سم، وعرضها ما بين (١٥ – ٢٤) سم، وعمقها ما بين (١٨ – ٣٢) سم، ويبلغ عدد حفر التافوني في صخور الأردوفيشي الأسفل في قاع أبو قريشع ١٨ حفرة / م٢.



شكل (٧) حفر التافوني في صخور الحجر الرمليّ

السباخ

السبخة كلمة عربية تطلق على سهول الملح المنخفضة التي تغطى سطوحها المياه بصورة دورية. وهنالك ثلاثة أنواع من السبخات التي تتباين في كيفية تكوينها . وأول نوع منها هو السبخات الساحلية التي تتكون على الساحل أو بقربه، وثانيها سبخات البحيرات النهرية التي تتكون نتيجة الصرف السطحي للمياه بواسطة الأودية في المناطق المجدبة. وأخيراً السبخات الداخلية أو تلك التي تتكون بين الكثبان الرمليّة، ويوجد هذا النوع من السبخات في الأحواض المنخفضة في الصحاري.

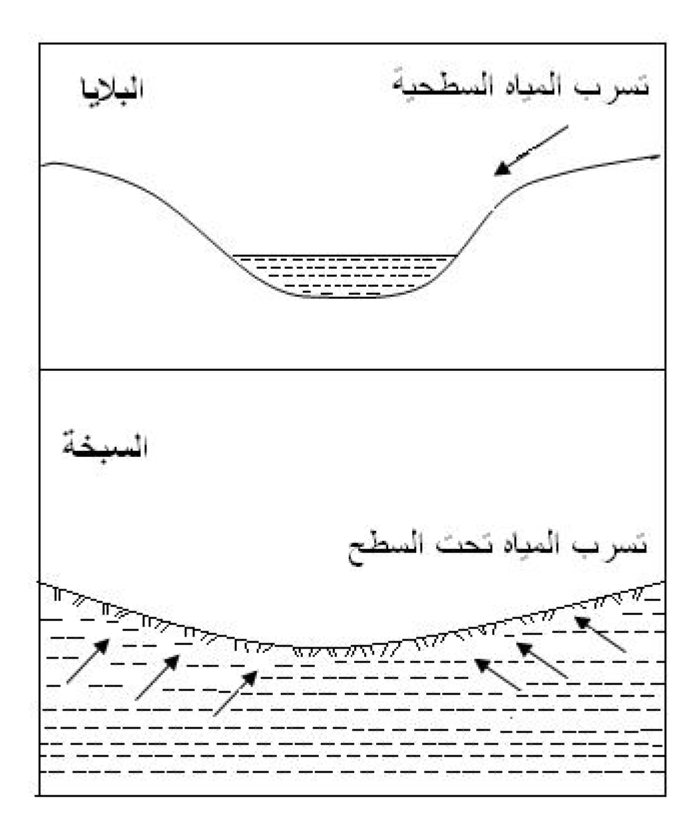
وتشترك جميع السباخ بخصائص معينة. فعلى الرغم من أنها مقصورة على المناطق الحارة القاحلة، إلا أن سطحها دائماً قريب جداً من المستوى المحلي للمياه الجوفية، أي على عمق متر واحد عادة. وتنجذب المياه الجوفية نحو سطح السبخة بفعل الخاصية الشعرية، وتتبخر حال وصولها بالقرب من السطح، نتيجة لتعرضها إلى درجات الحرارة العالية. مما يؤدي إلى ترسيب الأملاح الذائبة في المياه الجوفية المتبخرة، من ضمنها كربونات الكالسيوم، والجبس وكلوريد الصوديوم، أو ملح الطعام، وتشكل هذه الأملاح قشرة صلبة غير نافذة تمتد إلى ما يقارب النصف متر تحت السطح، ولا تنمو النباتات على هذه السطوح بسبب ملوحتها العالية ووجود قشرة ملحية صلبة. بالإضافة إلى منع هذه القشرة تسرب المياه السطحية إلى التربة مما يؤدى إلى تجمعها عقب سقوط الأمطار. وتتبخر هذه المياه السطحية عقب فترة من الزمن تاركة طبقة ملحية ناصعة.

وترتبط السباخ بمستوى الماء الباطني على اختلاف مصادره. بينما تتميز القيعان الصحراوية بانسياب الماء إليها سطحياً بما تحمله من رواسب (شكل ٨)

ولهبوط أطراف الكتل الجبلية على امتداد عدد من الصدوع، نشأ منخفض الدافية الشريطي شمال رأ س خليج العقبة، ثم حوض طابه على مسيرة ثلاثين كيلو متراً إلى الشمال.(الفرحان، والبحيري، ١٩٨٩)

وتشكل سبخة طابا منخفضاً كمثري الشكل تمتد لمسافة ١١كم بعرض ٣,٥كم، ذات المساحة الرابية على خمسة وخمسين كيلومتر مربعاً. وقد لعبت الرياح دوراً رئيساً في تذرية ونقل الرمال حتى تصل إلى النطاق الذي ترطبه المياه الجوفية فتوقفت عملية التذرية. حيث شكل منخفض ضحل عمقه يتراوح بين ١: ١,٥متر. وتتميز بارتفاع مستوى الماء الجوفي بحيث يصل

إلى متر واحد في آبار شرق السبخة، وملوحة المياه ٣٠٠٠-٤٠٠٠ملغم/لتر تزداد إلى ١٥٠٠٠ملغم/لتر تحت اشجار النخيل إلى الغرب. وتترسب العديد من المعادن على سطح السبخة أهمها الكوارتز، والفلسبار، والكلزريد، والميكا، ويتركز الجبس على الأطراف الخارجية لأراضي السبخة بينما يزداد الهالايت في منطقة الوسط (Abed, ٢٠٠٢).



شكل (٨) البلايا والسباخ

المصدر (مجدي ١٩٩٣)

الأشكال الأرضيّة الارسابية

تتنوع الاشكال الارسابية في منطقة الدراسة وهي نتيجة عمليتي التعرية المائيّة والهوائيّة وفيما يأتي عرض لأهمها:

القيعان الصحراوية

وهي مناطق حوضية مستوية الأسطح تشكل أخفض بقاع هذه الأحواض، تمتلئ جزئياً بالرواسب التي ترسبها مياه الأودية من المرتفعات المجاورة، وقد تكون مسطحات مائية فصلية، أو دائمة، وعلى ذلك يمكن تصنيف البلايا لاختلاف مائيتها إلى (مجدي، ١٩٩٣):

١. بلايا جافة Dry playa

٢. بلايا رطبة Moist playa

٣. بلايا موسمية Seasonal playa

كما تصنف البلايا حسب نوع الإرساب المتراكمة على قيعانها إلى:

١. البلايا الكلسيّة Lime playa

٢. البلايا الملحيّة المتبلورة Crystal Body playa

٣. البلايا الطينيّة Mud playa

ويمثل البلايا (القيعان) السطح السهلي المنخفض عند أطراف منحدرات البيدمنت، حيث يستمر سطح الأرض في صعوده التدريجي بمعدل أقصاه سبع درجات، وعند الطرف العلوي لمنحدر البيدمنت يتغير فجائياً إلى مواجهة الحائط الجبلي.

والقيعان عبارة عن مسطحات طينيّة واسعة، مستوية للغاية تتميز بجفاف أراضيها، وتشققها صيفاً حيث ترى عارية كلية من أي أثر للنبات؛ ويعود ذلك لقوام التربة وشدة تلاحم حبيباتها، وضيق مسامها يتعذر على النبات أن يضرب فيها جذوره، غير أنه تنمو عقب المطر الشتوي الذي يركد ماؤه عدة أسابيع في كل موسم طائفة محدودة من الحوليات ذات أزهار صغيرة مختلفة الألوان، فيقبل عليها الرعاة، ولكن حالما يجف الوحل تتشقق أرضية القاع فتتقطع جذور النبات وتتكشف لأشعة الشمس فتذوي بسرعة كما بدأت (البحيري،١٩٧٩).

والقيعان الصحراوية في منطقة الدراسة من النوع الجاف Dry playa، والنوع الطيني Mud playa ، وتمتد على محور الصدع الرئيس (صدع حسوة) وتتمثل بالاتجاه شرقاً من القويرة بقيعان: أبو قريشع، أم سلب، الديسي، الغال، الخريم، بالإضافة إلى بعض القيعان الصغيرة، وتختلف القيعان الصحراويّة في أشكالها، ومساحاتها، وكثافة الشقوق في أرضيتها، ويبين الجدول

الخصـائص المورفومتريـة للقيعـان الصـحراوية فـي منطقـة الدراسـة كمـا يـأتي: (القرالـة،١٩٩٧) (٢) يوضح خصائص هذه القيعان:

١. المساحة: تتراوح مساحة القيعان الصحراوية ما بين ٦,٥ كم٢ ـ ٢١ كم٢، ويمكن تفسير تبـاين مسـاحة القيعـان إلـى أثـر كـل مـن العمليـات الجيومورفولوجيـة المتمثلـة بالإرسـاب المـائي والهـوائي، بالإضـافة لحركـات الصـدوع الفرعيـة التـي تخللـت أسـطح القيعـان الصـحراوية، وتتوزع القيعان الصحراوية تصاعدياً حسب مساحتها كما يلي: قاع أبو قريشع ٦,٥ كم٢، قـاع الخريم ٨,٢ كم٢ قاع الغال ١١ كم٢، قاع أم سلب ١٥ كم٢، قاع الديسي ٢١ كم٢.

٢. (أقصـى طـول، وأقصـى عـرض): تختلـف القيعـان الصـحراوية فـي أطوالهـا وعرضـها ويبلـغ أقصى طول في قاع أم سلب (١٣) كم، وأقصى عرض في قاع أم سلب (٢) كم.

٣ . الانحدار العام: يكاد يكون الانحدار شبه مهمل في أسطح القيعان الصحراوية، نظراً لاستواء السطح .

والشقوق في أرضية القيعان الصحراوية من نوع شقوق التجفيف التي تعمل على فقدان الرطوبـة، وزيـادة نسبة الأمـلاح فـي تربـة القيعـان ممـا يترتـب عليـه تعذر نمو النبـات فـي أرضـية القيعان.

نسبة الملوحـة بهـذه القيعـان متدنيـة مقارنـة بغيرهـا، ولـذلك تستصـلح بإضـافة الرمـال وخلطهـا مـع التربة للعمق المرغوب، ولا يتطلب الأمر عمليات غسل مضنية، خاصة إذا كانت الطبقات السفلى قابلة لتسريب المياه الزائدة إلى الأعماق، ومن الأساليب المتبعة للتغلب على الملوحة تكرار الري على فترات متقاربة قبل أن يجف سطح التربة تماماً، حتى لا تصعد المحاليل الملحية المركزة إلـى الحيز الذي يشتمل على جذور النبات، وخلال السنوات الأولى من الاستغلال الزراعي، تستغل هذه التربة البكر بالقيعان بزراعة محاصيل . غير أن الإنتاجية تتدنى عاماً بعد عام وقد استغلت الأراضـي حـول أطـراف قـاع الديسـي، بسـبب تـوفر الميـاه الجوفيـة، وزرعـت مسـاحات واسـعة بمحاصـيل مختلفـة تـروى بطريقـة الـري المحـوري. وكـذلك زرعـت مسـاحات واسـعة فـي سـهل الصوان على أطراف قاع الخريم (القرالة، ١٩٩٧).

جدول الخصائص المورفومترية للقيعان الصحراوية في منطقة الدراسة (البلوشي ١٩٩٧)

القاع	الشكل	المساحة	أقصى طول	أقصى عرض	كثافة الشقوق في أرضية القاع / م٢				
		كم٢	كم	كم	الجهة الشمالية	الجهة الجنوبية	الجهة الوسطى	الجهة الشرقية	الجهة الغربية
قاع أبو قريشع	غير منتظم	٦,٥	٦	١,٨	٢٠٦	١٧٩	٢٨١	٢٧٤	٢٥٦
قاع أم سلب	مستطيل	١٥	١٣	٢	١١٤	٢١٨	٣١٤	٢٤٣	٢٢٣
قاع الديسي	شبه دائري	٢١	١٠,٧	١,٧٨	٢٢٠	٢٣٣	٢٨١	٢٦٨	٢٣٨
قاع الغال	غير منتظم	١١	٨,٥	١,٧٥	١٧١	١٣٦	٢٨٩	٢٩٢	٣٤٢
قاع الخريم	مستطيل	٨,٢	٧,٥	٨٠٠ م	٢٠٣	٣٦٥	٣٩٣	٢٨٩	٤٤٦

المصدر: البلوشي، ١٩٩٧

المرواح الفيضية

تتكون المراوح الفيضية عند سفوح الجبل، نتيجة تناقص درجة الانحدار والتي تقل معها سعة المجرى المائي وكفاءته، مما يؤدي إلى بدء عملية الترسيب بدءاً بالرواسب الكبيرة والتي تتركز غالباً عند الراس والوسط (Cook, et al,١٩٩٣)، ومع استمرار تناقص الانحدار بالابتعاد عن راس المروحة يزداد تناقص سعة وكفاءة المجرى المائي، كما يفقد كمية من المياه بالتسرب والتبخر الأمر الذي يؤدي إلى ترسيب المواد الأصغر فالأصغر (سلامة، ١٩٧٩)

وتظهر على جانبي الظهر الجرانيتي المراوح الفيضية والتي اتخذت هذا الشكل منذ تشكل انهدام البحر الميت الذي بدأ منذ الميوسين، حيث يتحكم هذا الانهدام في تطوير المراوح ونمطها. وتتألف هذه المراوح في معظمها من حصى جرانيتية تتباين في احجامها واشكالها.(Makhlouf, et al,٢٠١٠)

وفي دراسة بزبز (١٩٩٧) عن المراوح الفيضية لوادي اليتم أشار الباحث إلى وجود ارتباط بين درجة الانحدار والمسافة، فكلما زادت المسافة بعداً عن أقدام المراوح باتجاه قمتها ازدادت درجات الانحدار.

ويتأثر الانحدار العام للمراوح بعدة عوامل بيئيّة ومناخيّة وتكتونيّة، فالتغيرات المناخية تساهم في تحديد انتظام انحدار المراوح الفيضية عن طريق التدخل في كمية الصبيب المائيّ، فزيادة كمية التساقط أثناء الفترات المطيرة من عصر البلايستوسين أمدت الأحواض المائية بجريانات مائية ذات صبيب مرتفع مكنها من زيادة معدلات الحت في الأحواض، في حين تحولت هذه العوامل بصورة تدريجية مع تحول المناخ إلى ظروف أكثر جفافاً، وهكذا فإن كل فترة رطبة من البلايستوسين عملت بدورها على إعداد المواد الإرسابية في الأحواض، اقترنت بفترات جافة نشطت فيها عمليات الإرساب في المرواح الفيضية، ويظهر تأثير تعاقب الفترات المناخية الرطبة والجافة في عدة مظاهر منها تغطية الرواسب القديمة بأخرى حديثة، كما أن تكوين المصاطب في المراوح وتصعيد الخندقة، أسهم في عدم انتظام أسطح المراوح الفيضية، ولعبت الفيضانات الفجائية الحديثة دوراً لا يقل أهمية عن سابقاتها في عدم انتظام أسطح المراوح (بزبز، ١٩٩٧).

البيدمنت

يطلق تعبير البيدمنت ليرمز إلى السهول التحاتية الصحراوية المغطاة بالرواسب، والمفتات الصخرية التي كثيراً ما تحيط حوافها الحديّة، أو الهامشيّة حافات صخريّة عالية، أو

جبال انفرادية منعزلة. تدل دلالة واضحة على توالي عمليات التراجع للمسافات الصخرية بواسطة عمليات التعرية، وما يميز هذه السهول أسطحها واختلاف درجات انحدارها إذ يتشكل سطح هذه السهول بفعل الرياح كعامل نحت وارساب (أبوالعينيين، ١٩٦٤).

وتظهر سهول البيدمنت ما بين أطراف القيعان الصحراوية، وقواعد الانسلبرج، وتشغل سهول البيدمنت نطاق إرساب. حيث تنشط عمليات النحت بفعل التجوية الميكانيكيّة والتعرية ا لمائيّة عند قواعد الانسلبرج ينقل نتاجها بفعل المسيلات المائية والأودية مشكلة سهول البيدمنت.

وهناك اتجاهان لتفسير نشأة سهول البيدمنت تتمثل فيما يأتي (تراب، ١٩٩٣):

الاتجاه الأول: أن البيدمنت عبارة عن سطح تنتقل فوقه الرواسب الآتية من الجبال؛ أي أنه مجرد وسيط لتوصيل هذه الرواسب في الوقت الذي يتراجع فيه الحائط الجبلي بفعل عمليات التجوية، أما نتاج هذه العمليات من فتات الصخور، فيقع تحت طائلة الجاذبية الأرضيّة فينزلق، او تزحف إلى أسفل بمساعدة الفيضانات الغطائية غير المحددة بمجاري مائية معينة، فهذه الفيضانات باستطاعتها إزالة ما على أسطح البيدمنت من رواسب دون القيام بشيء يذكر من النحت على طول سطحه الممتد.

الاتجاه الثاني: تزعمه جونسون حيث ميزت بين ثلاثة نطاقات أولها نطاق البهادا وفيه تسود ظاهرة الإرساب، ثم نطاق الحائط الجبلي وفيه تسود عملية النحت الراسي، وما يتبعها من تعميق للمجاري المائيّة. وأخيرا نطاق أوسط تسود فيه عملية النحت الجانبي حيث تهاجر الأودية من جانب لآخر فتسوي سطح القواعد الصخرية للجبال، وينتهي بها الأمر أن تصبح على شكل مراوح صخرية محدبة، تكون سهل السفح الصخري للبيدمنت، فتصير في النهاية على شكل نطاق واسع من السهول الصخريّة عند اقدام الحوائط الجبلية.

عملت الحركات التكتونية التي تعرضت لها منطقة الدراسة الممتدة من العصر ما قبل الكامبري إلى الحديث على تمزيق سطح أراضي الحسمى الرمليّة إلى كتل صخريّة على شكل جزر جبلية تعرضت فيما بعد لعمليات التعرية المائية، خاصة في عصر البلايستوسين حيث قامت المجاري المائية بإزالة الرواسب الرمليّة من المنطقة الغربية بينما في الجهة الشرقية قل تأثيرها في إزالة الحجر الرمليّ وتشكلت الأشكال الإرسابية عند قواعد الانسلبرج. وسهول البيدمنت التي تشغل المسافة ما بين قواعد الانسلبرج، وأطراف القيعان الصحراوية. وكان ذلك في الرباعي عندما ساد الجفاف بالإضافة إلى نشاط عمليتي التجوية الميكانيكيّة والكيميائيّة.

مخاريط الأنقاض (سفوح الهشيم)

يطلق مصطلح مخاريط الأنقاض او سفوح الهشيم على الحطام الصخريّ المتجمع على هيئة أكوام متراكمة تحت أقدام الحافات الصخرية شديدة الانحدار تحت ظروف المناخ الصحراوي الجاف، والمعتدل، والبارد. وتتباين أشكال هذه المخاريط واحجامها تبعاً لتأثر الحافات بعوامل التعرية، واختلاف معدل تراجعها بعامل التعرية السائد. إلى جانب طبيعة وحجم المواد التي تتألف منها الكومات المخروطية الشكل، فنجد أن معظمها من الجلاميد، والكتل المتوسطة والحصى والحصباء، أما الرواسب والأتربة الناعمة فتغطي أعالي المخروط وعند سقوط الأمطار تتحول هذه الأتربة إلى مادة لاحمة تعمل على حماية جسم المخروط الرسوبي.

وتنتشر سفوح الهشيم على سفوح صخور الجرانيت وصخور الكامبري، وصخور الأردوفيشي الأوسط. ومكونات ركام السفوح كتل يصل حجم أكبرها إلى ١م^{٢} ونسبة مفتتات صخور الأردوفيشي الأسفل إلى الأوسط تبلغ ٣: ١ وتمتاز جوانب منحدرات صخور الأردوفيشي الأوسط بشكل رئيس من الحجر الرمليّ دقيق الحبات جيد التماسك والتطبيق وكثيف التشقق بوجود ركام سفوح تغطي منحدراتها السفلي بشكل كامل، ويعود تكونها بالدرجة الأولى إلى تراجع منحدرات هذه الصخور عن طريق التشققات الكثيفة ذات الاتجاهات المختلفة، لذلك تتميز سطوح المناطق المنبسطة والمائدية بوجود رق صحراوي، ناتج عن تفكك الكتل الصخرية على طول تشققاتها، وعلى جوانب المنحدرات تتدحرج هذه الكتل لتستقر على المنحدرات السفلى، مكونة ركام السفوح، وعند أقدام المنحدرات مكونة المراوح الحصوية (القرالة، ١٩٩٧).

الكثبان الرمليّة

تتناثر حقول الكثبان الرمليّة في وادي عربة وعلى هوامش القيعان الصحراوية وهي عقدية الشكل، و قد أدى اختلاف الرياح وسرعتها إلى تباين احجام وأشكال التكوينات الرمليّة (Saqqa & tallah، ٢٠٠٤). حيث تضم نماذج متنوعة ومتعددة من الكثبان الرمليّة من أهمها :

الكثبان الهلالية

تكدس الرياح المكونات الرمليّة بعد فقدان الرياح قدرتها على نقل الرواسب فتعمل على تكوين كومات رملية صغيرة، ويزداد حجمها بمرور الزمن، ويمتلئ ظهير الكثيب الذي يأخذ الشكل المحدب حتى يصل إلى القمة مع استمرار هبوب الرياح.

وتزداد زاوية الانحدار، وتبدأ بالانهيال وتأخذ الشكل المقعر عند منصرف الرياح، وتعرف بالصباب أو الهيل ، ومن ثم تستدير جوانبه، وتتقدم أطرافه لتشكل القرون، وتأخذ القمة التي تقع أعلى من حافة الصباب الشكل الحاد، ومن هنا أتت تسمية هذا النوع بالكثبان الهلالية؛ لأنه يأخذ شكل الهلال. وتتميز الكثبان الهلالية في منطقة الدراسة بشدة ارتفاعها حيث يصل إلى عشرة أمتار في مرحلة الشباب، تعد من الكثبان شديدة الانحدار حيث يصل انحدارها إلى ٤٦ درجة .

الكثبان المستعرضة

تظهر نتيجة تجمعات رملية عريضة تتعامد مع محور الرياح الشماليّة السائدة. وتحتوي على جانب الكساح ذي الشكل المحدب في مقتبل الرياح، وعلى الجانب الصباب ذي الشكل المقعر الانهيالي شديد الانحدار . وتنشأ حافات عرضية على القمم تشبه الأمواج. وتتزاحم أسراب الكثبان الهلالية مكونة شكلاً مستعرضاً بمساعدة الشجيرات الصحراوية مع هبوب الرياح.

تتكون الكثبان المستعرضة؛ بسبب هبوب الرياح الشماليّة والشماليّة الشرقيّة في وادي عربة لتوافر ظروفها من استواء الرواسب ورطوبتها، بتوافر الأكمات النباتية لتتضخم الكثبان الهلالية المشوهة، وتكون كثباناً مستعرضة.

النبـــاك

من أكثر الأشكال الرمليّة شيوعا في منطقة الدراسة القصائم الناتجة عن تكون النبكات، وهي نوع من الترسبات الرمليّة التي تتجمع حول الشجيرات والأعشاب الصحراوية، وتتخذ كومات النباك شكل الأسافين، حيث تشير رؤوسها إلى الاتجاه الذي تنصرف به الريح، أما قواعد النباك في مقتبل الريح فتسترها الشجيرات، وتحمي رمالها من التذرية، وتنتشر النباك فوق الرمال التي تغشى منحدرات البيدمنت، وفي وادي عربة وفي دراسة اجريت حول الأشكال

الرمليّة في وادي عربة تبين أن للنباك تأثيراً واضحاً في تثبيت الرمال وتخزين المياه الجوفية، واحتوائها على نباتات وشجيرات رعوية (عودة ١٩٩٢).

وتتجمع الرمال حول الشجيرات الصحراوية المتواجدة بالمنطقة كالأثل والطرفا، والغضا مشكلة بذلك كومات الرمال أو ما يعرف بالنباك التي تنتشر حول القيعان الصحراوية في السهول الرمليّة وفي وادي عربة (شكل ٩).



شكل (٩) النباك في وادي عربة

كثبان الظلال

وهي ناتجة عن عملية الترسيب الريحي على السفوح، إذ تعمل على إعاقة حركة الرياح التي تلقي بالرواسب التي تنقلها على السفوح على ظلال الرمال. وتنتشر عند وجود عقبة في مهب الرياح المحملة بالرمال، وتتراكم عند قاعدة العقبة المواجهة للرياح، وتترسب بعض الذرات الدقيقة، ومع استمرار تراكمها تغطي معظم أجزاء العقبة.

تملأ الرمال الروافد والشعاب، وتستقر في مواضعها حيناً ريثما تغسلها مياه السيول وتلفظها، في عملية تدوير مستمرة، إذ تتناوبها المياه الجارية فتنقلها من نطاق المرتفعات إلى

الأودية تارة لكي تحركها الرياح صوب قواعد المرتفعات تارة أخرى وفق نظام جيومورفولوجي مغلق (الفرحان والبحيري، ١٩٨٩).

وفي منطقة الدراسة أمكن ملاحظة انتشار ظلال الرمال على أطراف القيعان الصحراوية (شكل ١٠) وكذلك على سفوح الجرانيت المواجهة لوادي عربة .



شكل (١٠) كثبان الظلال في أراضي الأنسلبرج

ومن الأشكال الإرسابية الرمليّة الأخرى السدود الرمليّة وهي نوع من الأشكال الرمليّة تتجمع عند مخارج الأودية، وفي منطقة الدراسة لوحظ انتشارها عند مخارج الأودية الجافة كما في الأودية التي تصرف مياهها في قاع أم سلب، وقاع الديسى، وقاع خريم. ويمكن تفسير تكون السدود الرمليّة بعدم قدرة الأودية على نقل حمولتها لمسافة أكبر بسبب جفاف المنطقة. مما يؤدي إلى ترسيبها عند مخارج الأودية مشكلة بذلك السدود الرمليّة.

السطح المرصوف الصحراوي

يسمى السطح المرصوف الصحراويّ بأراضي الحماد أو الأرصفة الصحراوية، وهي أسطح حصوية معتدلة الانحدار أو شبه مستوية تتكون من طبقة من الحصى فوق طبقة من الرواسب الناعمة مثل الغرين والطين (أبوسليم، ٢٠٠٤).

تمتد أسطح الحماد بشكل متواصل أو متقطع لعشرات الكيلومترات المربعة في أراضي متموجة لكنها بعيدة عن الأقنية أو الأودية. ويتكون حصى الحماد من صخر الصوان الذي يمثل بقايا صخور كانت متواضعة أسفل طبقات متتالية من الصخر الكلسي.

العمليات الجيومورفولوجية

تضافرت عدة عمليات جيوم ورفولوجيّة لتشكيل وتطور الأراضي في منطقة الدراسة وأهم هذه العمليات المؤثرة في منطقة الدراسة هي:

- عوامل التجوية
- المياه الجارية
- الرياح
- حركة المواد

اولاً التجوية

تلعب عملية التجوية سواء كانت الميكانيكيّة أو الكيميائيّة دوراً رئيساً في تشكيل وتطور ا لأشكال الأرضيّة، حيث تسود التجوية الكيميائية في أراضي الصخور الجرانيتية، ومن اهم الأشكال الناتجة عنها الرجوم الطبيعية، والمعروفة باسم الطور، وأحجار اللب، والصخور النخرة، جميعها تمثل مراحل مترابطة من التجوية الكيمائية في ظروف مناخية رطبة مقارنة بالظروف القاسية الراهنة.

وأوضح البحيري والفرحان (١٩٨٩) أن ظاهرة الرجوم بالمنطقة قد مرت بمرحلتين حسب نظرية لينتون: أولاهما مرحلة تجوية تحت سطحية نخرت كتل الصخر على طول الشقوق التكتونية عندما كان الجرانيت دفيناً تحت الغطاءات الرمليّة. اما المرحلة الثانية فتأتي بانكشاف السطح الجرانيتي.

تعد التجوية التفاضلية ظاهرة واسعة الانتشار ضمن الصخور الجرانيتية؛ ويعود ذلك إلى تنوع هذه الصخور وتباين اعمارها، وتباين تركيبها المعدنيّ والميكانيكيّ. وما ترتب على ذلك من تباين في صلابة صخورها، ومدى استجابتها لعمليات التجوية. لذلك تبقى الأجزاء المقاومة للتجوية على هيئة سنام نافرة في كثير من المواضع، بينما تتداعى بعض العروق القواطع مكونة أخاديد غائرة في مواضع أخرى. كما ينتج عن عملية التجوية حطام صخري ذو زوايا حادة، يتألف من حصى وأحجار صغيرة متعددة الألوان، وكذلك انفصال قطع كبيرة وجلاميد ضخمة. (الفرحان، البحيري، ١٩٨٩)

أما في تكوينات الحجر الرمليّ فيتفتت الصخر ميكانيكاً غالباً. وتبين باستخدام حامض الكلوريك المخفف أن هناك مواداً كربونية تربط الحبيبات، ومهما اختلفت المواد الإسمنتية الرابطة بين الحبيبات فإنها ضعيفة أمام عوامل التجوية، والماء الذي يتغلغل داخل هذه الصخور ويصل إلى المادة الرابطة ويذيبها. مما يؤدي إلى نزول حبيبات الرمل للأسفل (Osborn, ١٩٨٥).

غالباً تبدأ عملية التجوية بتحلل وإذابة المواد اللاحمة بين حبات الرمل في الصخر، وتنتهي بتفسخ الصخر وسحقه. تنقل مخلفات هذه العملية من الحطام الصخري بفعل الجاذبية فتزداد تبعا لذلك عمليات الانهيارات والتذرية بواسطة الرياح.

كما تلعب مياه الأمطار دوراً مساعداً في عملية التجوية من خلال عملية التحلل والإذابة، ومن أبرز مظاهر هذه العملية ظاهرة أقرب ما تكون لأعمدة سقوف الكهوف الكارستية المعروفة بالهوابط والصواعد. ولكنها هنا تشاهد في مجموعات تزين جروف هضيبات الحجر الرمليّ.

وهناك صنف آخر من أشكال الإذابة والترسيب يتم عبر الشقوق المحشوة بالمتبخرات أهمها الكلسيت، عندئذ تنشأ فراغات تمتد في صفوف عموديّة مكان المادة المذابة أعالي الجروف لتعود فتترسب مرة أخرى عذد الحضيض، الذي يبدو سطحه مبطناً.

التجوية التفاضلية هنا ظاهرة عامة في صخور الكامبري والأردوفيشي فقط؛ نظراً لتتابع طبقات من الحجر الرمليّ الصلب مع طبقات من الطين والطفل، لذلك تتراجع التكوينات الرخوة بسرعة؛ لتبرز فوقها طبقات من الحجر الرمليّ الذي تزيد من صلابته اكاسيد الحديد.

وتتعرض صخور الكامبري الأردوفيشي الأسفل لتشكل ظاهرة التافوني، حيث تنشط عملية التجوية الكيميائية ويظهر نتاجها في اشكال التافوني، إذ تتغلغل عمليات التجوية خلال الطبقات التي يكون فيها الرابط بين الحبيبات ضعيفاً، بالإضافة إلى تكونها من خلال المساحيق

الناتجة عن الأكاسيد التي تنساب أسفل هذه القواطع، ثم تتكون حفرة على السطح من جراء عمليات التجوية ثم تتوسع وتتعمق. وتتقدم تجوية الحبيبات المتلاصقة تتقدم وتزيد داخل الصخر. وتقود عمليات التافوني إلى تقطع غريب في الصخر (Osborn & Duford,١٩٨٩).

ثانياً المياه الجارية

يوسع الماء الجاري ويعمق الأودية ويجرد الكتل الصخرية، وفي المناخ الحالي هناك من فترة لأخرى فيضانات بعيدة المدى. تساعد على إزالة الرواسب الناتجة من تجوية المنحدرات.

وللمياه أهمية عظيمة عند النظر إلى المنطقة كجزء من حوض تصريف كامل، فالأودية تصرف مياهها في الجزء الأوسط من المنطقة نحو القيعان الصحراوية، أو مشكلة سلسلة من المراوح الفيضية كما هو الحال في جانبي سلسلة نجاد الجرانيتية حيث تنصرف الأودية نحو الغرب مشكلة سلسلة من البهادا في وادي عربة أو نحو القويرة في الشرق.

رافقت عمليات الحت، والنقل، والترسيب المائي، أشكال أرضية متعددة مثل تكون المصاطب النهريّة عند رؤوس المرواح الفيضية التي غالباً ما ترجع أعمارها إلى عصر البلايستوسين، وخلال الفترات المطيرة، حيث ارتفعت كميات المياه المتدفقة خلال هذه الفترات وغمرت مساحات واسعة، ثم تراجعت إبان الفترة الجافة، الأمر الذي أدى إلى تكون هذه المصاطب ذات الرواسب الناعمة.

وتعد التعرية المائيّة من العمليات النشطة التي أدت إلى تكون القيعان الصحراوية إذ تعد القيعان ذات تصريف مركزي، إذ تصرف الأودية التي تحيط بالقيعان مياهها في أرضية القيعان، وكذلك ترسب الجداول المائية التي تخترق سهول البيدمنت حمولتها في القيعان. وتقتصر عملية الترسيب المائي في الوقت الراهن على الفترات التي تسقط فيها الأمطار، نظراً لجفاف المنطقة.

وتنتشر الجداول والسيول التي تشكل في مجموعها مظاهر خندقة على سطح المراوح يرتبط بعضها بالظروف المناخية السائدة، ويرجع أغلبها لظروف مناخية أقدم.

ثالثاً الرياح

تؤثر الرياح في تشكيل الأشكال الأرضيّة وتطورها من خلال عملية النقل والإرساب، وللرياح دور في تشكل القيعان الصحراوية وتطورها عن طريق التذرية الريحية التي تمارسها الرياح، حيث إن الأفق العلوي من أرض القيعان يتفتت وتفكك مواده إلى غبار ناعم أبيض اللون

في الفصل الجاف حيث تسبب فروقات الحرارة المحلية، دوامات هوائية ورياح شديدة تهب على سطوح القيعان لتحمل عنها المواد الترابية والغبار الناعم على شكل دوامات وعواصف غبارية. فإن مرت سنوات جفاف طويلة دون امتلاء أرض القيعان بمياه السيول والأمطار فإن العمل التفريغي سيستمر بالتذرية ومن ثم سيؤدي إلى خفض مستوى القيعان وتعميقها تدريجياً (عبدالسلام ، ١٩٧٩).

كما تنقل الرياح كميات من الرمال والأتربة مكونة أشكالاً رملية تتباين في انواعها واحجامها حيث تظهر السدود ا لرمليّة عند مخارج بعض الأودية، الكثبان الرمليّة وكثبان الظلال والنباك الرمليّ في كل من وادي عربة وأراضي الحجر الرمليّ .

رابعاً حركة المواد

رغم وفرة الأنقاض الصخرية بفضل سرعة عمليات التجوية في تكوينات الجرانيت، فإن وعورة المنحدرات تساعد على عدم استقرار المواد المفككة وانبعاثها في حركة جماعيّة باتجاه الحضيض، لتكتسحها مياه السيول وتفرغها في بطون الأودية وأسطح المرواح الفيضية، وبالإضافة إلى السقوط الحر، وانهيال مخاريط الحطام، عند قواعد الجروف، فإن وفرة المواد الطينية الناجمة عن التجوية الكيميائية لبعض معادن الجرانيت، أدت إلى تكرار ظاهرة التدفقات الطينية التي ربما كان بعضها نتاج آخر الأدوار المطيرة في البليستوسين، وتوجد أفضل نماذجها على جانبي المجرى الأدنى لوادي اليتم (الفرحان ،البحيري، ١٩٨٩).

ويشيع تساقط الصخور في صخور الجرانيت وتكويني سلب وأم عشرين ويصل طول الصخرة المتساقطة أحياناً ٢٠م، مع وجود كتل صخرية ساقطة يصل طولها إلى ٤٠م، ولا تزال عملية تساقط الكتل الصخرية نشطة، وفي بعض الأماكن لا يتواجد فتات صخري كاف يدل على تساقط صخريّ، وهذا يعزى إلى سرعة تفكك رمال الصخور ميكانيكياً، وتذريتها، أو اكتساحها بفعل المياه الجارية.

وتظهر أكوام أو مخاريط الحطام الصخري عند أقدام الإنسلبرج وعند حضيض الجرانيت وتتفاوت في أحجامها ويتوقف ذلك على ما يأتي:

أ. طبيعة سقوط الكتل الخارجية للشق: فإما أن تسقط سقوطاً عادياً وإما تسقط انقلاباً، ففي الحالة الأولى تتكون الأجزاء المتبقية من الكتلة الساقطة كبيرة؛ بسبب تلقي الأجزاء السفلى للصدمة،

بينما في الثانية تتوزع قوة الاصطدام على كل الكتلة، وبالذات على نطاقات الضعف فيها، والمتمثلة بسطوح التطبق، مما يؤدي إلى تكسرها وتناثرها إلى كتل صغيرة.

ب. الارتفاع الذي تم منه السقوط: من البديهي أن تكون العلاقة عكسيّة بين الارتفاع وحجم الكتل الناجمة عن عملية السقوط فكلما زاد الارتفاع ازدادت قوة الاصطدام، وبالتالي زادت إمكانية تفتتها إلى كتل صغيرة.

ج. الزمن: يلعب عامل الزمن دوراً في حجم الكتل المتبقية عند أقدام السفح، فمع تقادم الزمن تتفتت الكتل ويصغر حجمها عن طريق تجويتها وتعريتها.

وينشط على واجهات الجروف الصخريّة في أراضي حجر الكلس عند حافة النقب عمليات تساقط الصخر ثم زحفه، إذ تكثر الجلاميد الصخريّة والركام السفحيّ المتكون من صخور الحجر الكلسي الدولوميتي. وتعد الانزلاقات إحدى أهم أشكال حركات المواد السريعة، ويرتبط حدوثها بالمنحدرات التي يزيد درجة انحدارها عن ٢٥ درجة كما هو الحال في حافة راس النقب.

مراحل التطور الجيومورفولوجي

مرت منطقة الدراسة بمراحل تطور بنائية وحتيّة أثرت في طبيعة الوحدات الجيولوجية، حيث غيرت من التراكيب الجيولوجيّة السطحيّة، وعلى مورفولوجية سطح المنطقة، وقد كانت عمليات التصدع الرئيسة السبب المباشر لهذا التغير. ويمكن تلخيص مراحل التطور الجيومورفولوجي لمنطقة الدراسة وفقاً لما يأتي: (الفرحان، البحيري ١٩٨٩، البلوشي، ١٩٩٧):

المرحلة الأولى

تعرضت صخور الركيزة إلى عمليات رفع وحت مع نهاية العصر ما قبل الكامبري ترتب عليه ظهور القواطع الرأسية وتحول الركيزة إلى شبه سهل تحاتي أطلق عليه سطح ما قبل النوبي الذي تظهر بقاياه في مناطق مختلفة في جنوب الاردن. كما أنه يقع على مناسيب متباينة نتيجة عمليات التصدع ويؤكد تباين مناسيب شبه السهل النوبي في المنطقة تعاظم عمليات الغطس الذي تتعرض له صخور الركيزة باتجاه الشمال واتجاه الجنوب الشرقي.

المرحلة الثانية

ظهرت ترسبات الحجر الرمليّ الكامبريّ والأردوفيشي الأسفل إثر تعرض وادي عربة لطغيان بحر تيتس، ثم تعرض الحوض لحركات رفع وطي إقليميين ادت إلى ميل طبقات الحجر الرمليّ بلطف اتجاه الشمال والشمال الشرقي.

تعرضت صخور الكامبري في هذه المرحلة للحت بفعل المجاري المائية للأودية التي تنتهي في وادي عربة، كما تعرضت صخور الاردوفيشي للحت في بعض المناطق، ولكن بمعدلات أقل من صخور الكامبري.

المرحلة الثالثة

ترتبط هذه المرحلة بترسيب الصخور الرمليّة من الاردوفيشي إلى الكريتاسي الأسفل إذ تعرضت صخور الأردوفيشي للحت قبل ترسيب صخور الكريتاسي الأسفل بخاصة على الجبال الغربية التي تمثل الجانب الشرقي لوادي عربة. والدليل على ذلك اختفاء صخور الأردوفيشي ووجود بقايا متناثرة من صخور الكريتاسي ممثلة في بعض الذرى المحدبة كجبل أحيمر (١٢٤٤م) وجبل أم العظام (١١٨١م).

المرحلة الرابعة

بدأت الحركات التفروجينية مع حلول الأوليغوسين والميوسين الأسفل لتصل ذروتها في الميوسين والبليوسين، وقد أسفرت تلك الحركات عن تكوين أخدود وادي عربة ومنخفض القويرة ـ قاع النقب في الشرق، على طول صدوع رئيسة تتجه من الشمال إلى الجنوب، وتنحرف بزاوية حادة نحو شمال الشمال الشرقي تارة وأخرى صوب الشمال الغربي، كذلك نشأت صدوع شرقية ـ غربية أحدث ترتب عليها تقطيع الركيزة والطبقات الصخرية فوقها (الفرحان والبحيري، ١٩٨٩).

وتكون في هذه المرحلة نمط تصريفي للأودية والمجاري المائية التي تنتهي إلى القيعان الصحراوية ممثلة بوادي رم، ورمان، والحسوة. وعملت المجاري المائية على تقطيع الصخر الرمليّ إلى العديد من التلال المنعزلة.

المرحلة الخامسة

تمثل المنطقة في عصر البليسوسين حيث نشطت عمليات النحت والإرساب؛ بفعل المجاري المائيّة في الفترة المطيرة التي سادت في هذا العصر التي أدت إلى تكوين مجار عميقة زادت معدلات النحت. ونقل الرواسب، وظهرت في هذه المرحلة التلال المنعزلة التي قاومت عمليات النحت المائي لصلابة تكوينها.

خلال أواسط البـ ليستوسين استمر تكدس الرواسب الناجمة عن التجوية والنحت المائيّ على جانبي الظهر الجرانيتي سواء في وادي عربة أم في منخفض القويرة راس النقب. وتابع الهبوط التافروجيني لوادي عربة نشاطه حتى أواخر البلستوسين بدليل تجمع ما يزيد سمكه على ٨٠٠ متر من رواسب المارل والطفل في شمال وادي عربة.

المرحلة السادسة

وتمثل الوضع الحالي للمنطقة والتغيرات التي طرأت عليها خلال فترة العصر الحديث (الهولوسين) والتي بات فيها المناخ أكثر جفافاً، وتضاءلت فاعلية الماء الجاري، وبالرغم من جفاف المناخ في هذه المرحلة إلا أن عمليات التجوية الميكانيكيّة والكيميائيّة مازالت نشطة، وسادت في هذه المرحلة عمليات الإرساب المائي والهوائي التي أدت إلى تشكل وتطور الأشكال الإرسابية، كالقيعان الطينية، والسهول الرمليّة، والنباك، وظلال الرمال، والسدود الرمليّ ة. ومن العمليات النشطة في هذه المرحلة تجوية الصدوع والمفاصل بالإضافة لتراجع المنحدرات.

كما تتميز هذه المرحلة سيادة عمليات الإرساب بمعدل أسرع من النحت، ونشاط عمل النقل والإرساب الريحي، ويستدل على ذلك من السدود الرمليّة عند مخارج بعض الأودية. وتكون النباك وظلال الرمال.

تحليل الأراضي

أصبحت أسس التحليل الجيومورفولوجي ومسوحاته إحدى الخطوات الهامة التي تسبق عملية تقييم الأراضي ووضع الخطط التنمويّة لما ترتكز عليه تلك المسوحات من فهم وتحليل لأشكال السطح وتداخلها مع المركب الأرضي بما فيه من الخصائص المناخية، والنباتية والمواد الصخرية والتربة، واستعمالات الأراضي بالإضافة إلى استخدامها وسائل كفيلة بزيادة دقة عملية التحليل ونجاحها مثل وسائل الاستشعار عن بعد كالمرئيات الفضائية والصور الجوية، والتحليل

المخبري. وهي بذلك توفر مجموعة كبيرة من المعلومات عن اللاندسكيب الطبيعي، مما يجعلنا امام استخدام أنظمة تصنيفية متسلسلة تبدأ بالأنماط، وتنتهي بالوحدات والعناصر. وكخطوة أولية في عملية التحليل الجيومورفولوجي صنفت منطقة الدراسة وفق الأقاليم الأرضيّة الأردنية، حيث تقع ضمن أربعة أقاليم أرضيّة يوضحها (الشكل ١١).

أراضي وادي عربة

تضم نحو (٤٠٢) كيلومتر مربع، أي ما يعادل ٣,١١% من منطقة الدراسة، ولا يزيد عرضه عن ١٠ كم، تغطيه رسوبيات الوديان الحديثة، ورسوبيات السبخات، والكثبان الرمليّة، تنحدر إليه الأودية من الشمال نحو الجنوب. كما تنحدر نحوه الأودية من الشرق إلى الغرب، بسبب ميل السطح نحو الغرب، وترتفع الجبال على جانبيه على شكل جروف عموديّة تقريباً . ومن أوضح المظاهر السطحيّة في وادي عربة مراوح الوديان، وهي عبارة عن رسوبيات حصوية تتباين احجامها بين حصباء كبيرة وصغيرة، تنقلها الأودية من الظهر الجرانيتي في الشرق وتلقي بها عند مصابها في بطن الوادي، ويكون شكلها مروحياً. ويتباين حجم هذه المراوح ويرتبط ذلك بكبر أو صغر الوادي نفسه. وأغلب هذه المراوح حاملة للمياه حيث تنمو أشجار الطلح الشوكية.

أما السباخ فأهمها سبخة طابا كمثرية الشكل ذات المساحة الرابية على خمسة وخمسين كيلومتر مربعاً. وتتلقى جل صبيب أودية القسم الشمالي من تلال الجرانيت. كما توجد سبخة الدافنية إلى الشمال من خليج العقبة ويرجح أن يكون سبب نشأة هذه السبخة، امتداد ألسنة ضخمة من رواسب مروحة وادي اليتم (Abed,٢٠٠٢).

وتوجد مساحة واسعة من الرواسب الرمليّة بين سبخة طابا والحدود الشمالية لمنطقة الدراسة، ومصدر هذه الرمال هي تكوينات الحجر الرمليّ، فمياه السيول تعمل على نقل كميات كبيرة من الرمال الحمراء من أعالي الهضاب وتلقي بها في بطن الوادي. (عابد،٢٠٠٠)

أراضي النجد الجرانيتي

وتغطي مساحة تقدر بنحو ١٥٩٠ كيلومتر مربع، أي ما يعادل ٢٤,٢٧% من منطقة الدراسة، وتتألف هذه المرتفعات من صخور جرانيتية تمتد كمجموعة من التلال الكبرى، ترتفع أعلى ذراها قرابة ١٦٠٠متر بقمة باقر، ويبلغ حزام التلال أقصى عرض له نحو ٣٣ كيلومتر.

وتتألف مركبات الجرانيت من صخور نارية تندس فيها العروق والقواطع من الديوريت وانواع بازلتية مختلفة.

تُحدد مجموعة القمم الجبلية بنطاق الصخور الجرانيتيّة المنابع العليا لرفد عدد كبير من الأودية التي تنحدر شرقاً إلى منخفض القويرة وحوض وادي اليتم، وأخرى تصب غرباً في منخفض وادي عربة، وخليج العقبة، ويتميز الفاصل المائي بين كلا المجموعتين بحدته وترنحاته في كثير من المواضع، بينما تضيع معالمه حتى يصعب تمييزه في مواضع أخرى، وترجع أسباب ذلك إلى عدم تكافؤ معدلات النحت بصفة عامة على الجانبين، فضلاً عن عمليات القرصنة النهرية التي تمت أو توشك بين منابع عدد من الأودية لصالح التصريف المائي المتجه إلى وادي عربة، فقاع حفرة الانهدام يشكل مستوى قاعدة مؤقت دائب الخضوع والزحزحة الأفقية في الغرب، فإن معدلات انحدار الأودية المنصرفة إليه تزداد وعورة مما يؤدي إلى تسارع عمليات النحت المائي، وبلوغ المنابع في قطعها الصاعد ذرى الجبال، وبالتالي يضيق الفاصل المائي فلا يتجاوز عرضه بضع عشرات الأمتار في كثير من الأحيان (عابد،٢٠٠٠).

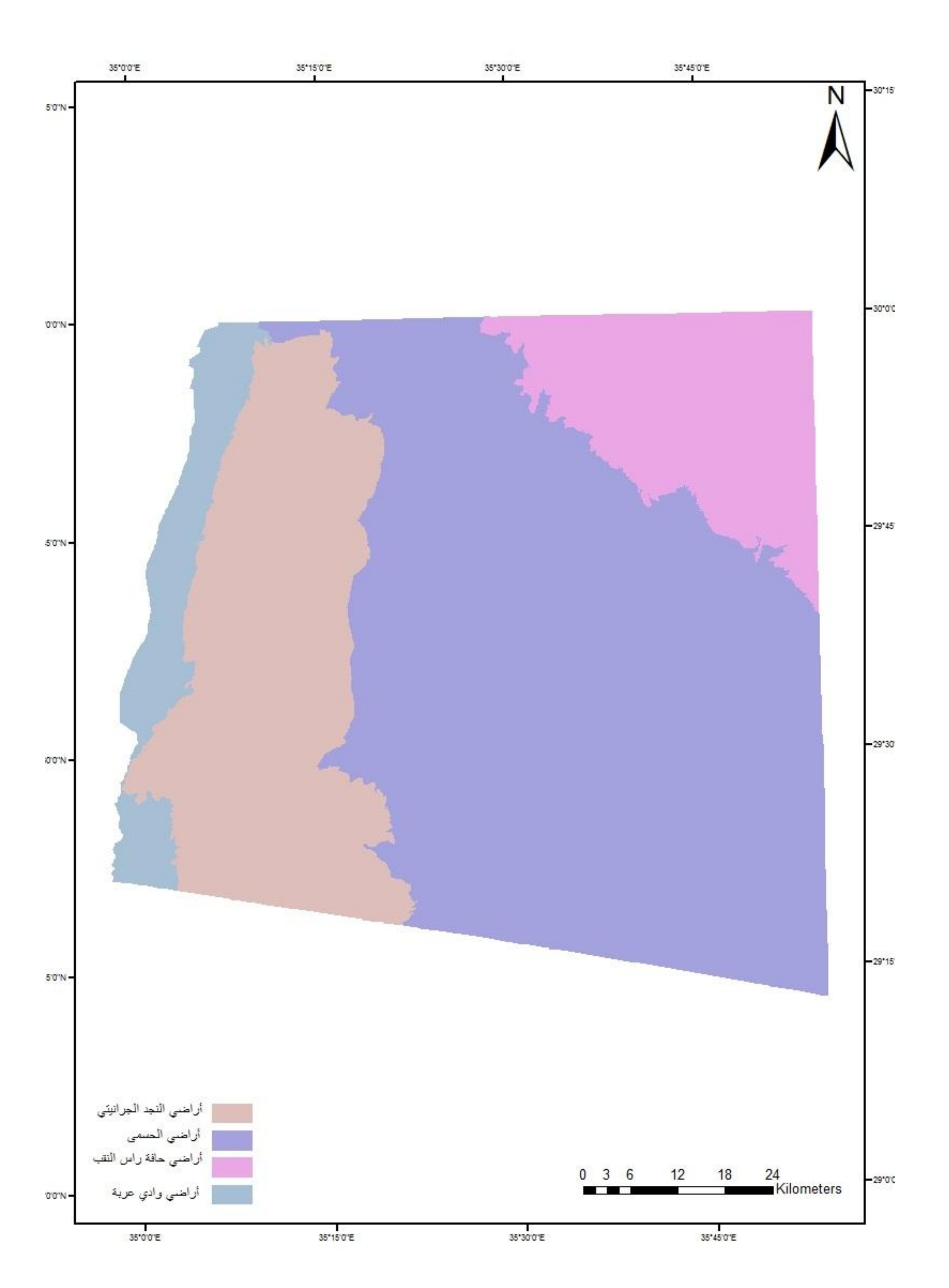
أراضي الحسمى

تغطي أراضي حسما أكثر من نصف منطقة الدراسة بمساحة تقدر بنحو ٣٨٩١ كيلومتر مربع وتشغل الجزء الأوسط من منطقة الدراسة. وتنفرد بأشكال أرضية جمعت بين تضاد المناسيب والمنحدرات، وبين تباين ألوان صخورها الرمليّة التي تتراوح بين الأبيض والأسود والأصفر. تغطي الرمال أجزاء واسعة من أراضي الحسمى، نتيجة إزالة أجزاء كبيرة من تكويني أم عشرين والديسي الرمليين نتيجة تضافر كل من التجوية الميكانيكية والكيميائية، وأسهم الحت المائي في إزالة أجزاء واسعة من هذه التكوينات (عابد، ٢٠٠٠).

يمر بهذه المنطقة صدع القويرة المدورة، وعلى طول هذا الصدع ينتظم مجموع من القيعان الصحراويّة مثل قاع سلب، وقريشع والديسي. وتقطع بالعديد من الأودية التي تنتهي في القيعان الصحراوية أو في الأراضي الرمليّة.

أراضي حافة راس النقب

تغطي أراضي النقب نحو ٨٦٤ كيلومتر مربع، أي ما يعادل نحو ١٣,١٩%، أسهمت العوامل التكتونيّة والبنية الجيولوجيّة، وتباين الصخور، والخصائص الهيدرولوجيّة سواء أكانت في البليستوسين أم في الوقت الراهن بدور رئيس في تشكيل مورفولوجيّة حافة راس النقب،



شكل (١١) الأنماط الأرضيّة في منطقة الدراسة

ويتمثل دور العوامل التكتونية والبنيوية في الصدوع الاقليمية التي حددت الإطار المورفولوجي للحافة.

وتضم منحدرات الكويستا أراضي متموجة وتلالية يتراوح انحدارها بين ٥-٢٣°. وقد نشأت على منحدراتها شبكة مائية ذات نمط شجري مثالي. بينما ترتفع الحافة كويستا راس النقب إلى أكثر من ١٧٠٠متر فوق مستوى سطح البحر، وتتميز بشدة انحداراتها ووفرة العديد من الجروف التي تعد مواضع تساقط الصخور.

ولما كان هدف الدراسة تحديد الوحدات الأرضيّة وتقييم كل من الموارد الأرضيّة، والأخطار الطبيعيّة التي تتعرض لها واقتراح الاستعمال الملائم لها، وأعدت الخرائط الجيومورفولوجية اللازمة من خلال مسح جيومورفولوجي للمنطقة؛ ولتحقيق هذا الهدف فسرت مرئيات فضائية للقمر الاصطناعي Landsat بدقة تميزية ١٤متر وخريطة جيولوجية بمقياس ١:٥٠,٠٠٠، ونموذج ارتفاع رقمي (DEM) بدقة تميزية ٣٠متر والعمل الميداني.

والاستفادة من نتائج الدراسات السابقة عن منطقة الدراسة لتحديد الأقاليم الأرضيّة والنظم الأرضيّة، حددت الوحدات الأرضيّة. وتم الاعتماد على نظام المعهد الدولي لمسوحات الفضاء وعلوم الأرض ITC في الأقاليم الأرضيّة، والنظم الأرضة، والوحدات الأرضيّة، التي تميز منطقة الدراسة. حيث يرتكز نظام ITC على الجيومورفولوجيا، وعلى النظام التحليلي للمعهد الدوليّ ومستويات هذا النظام (Van Zuidan, ١٩٧٩) كما يأتي:

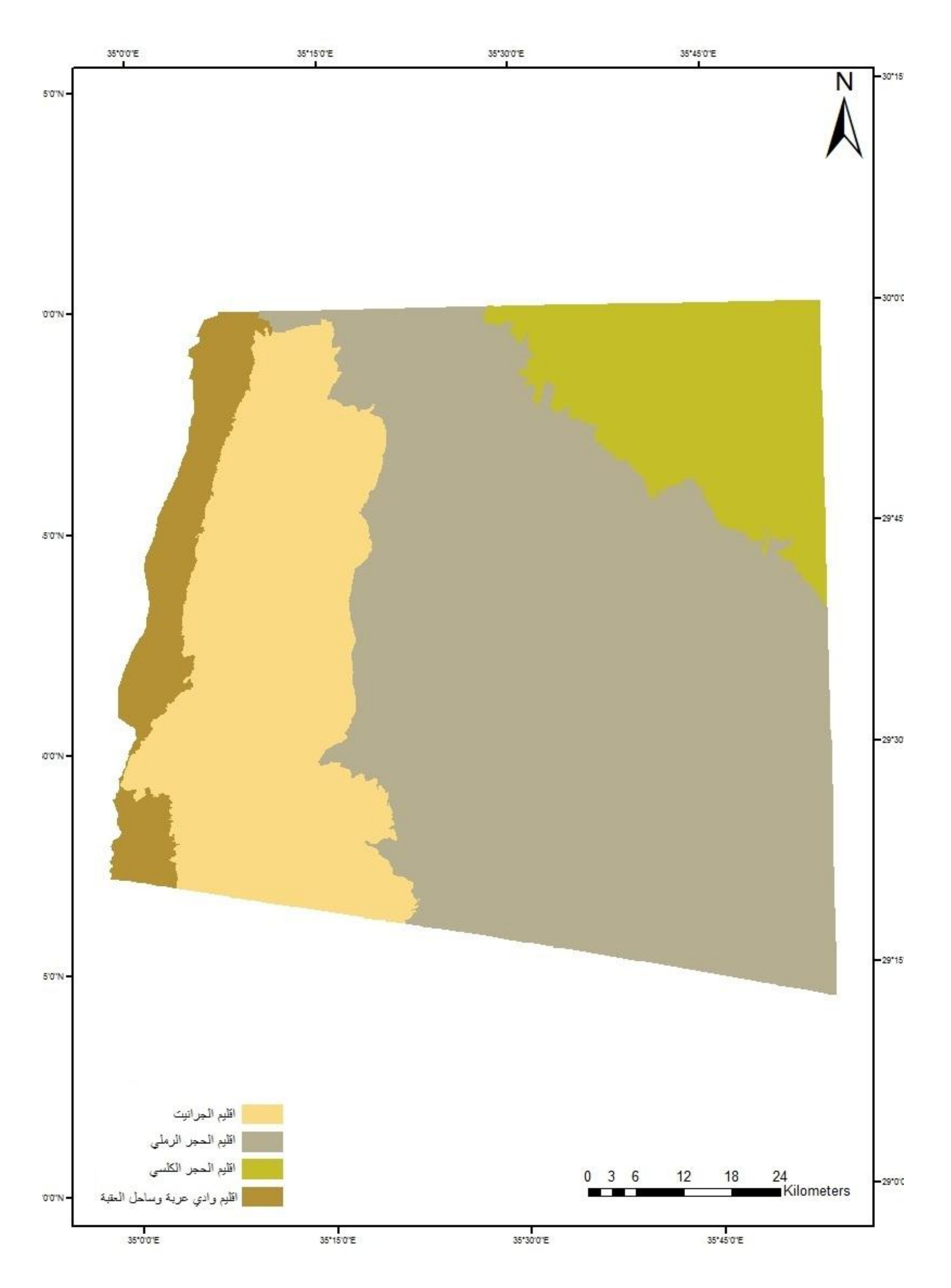
الإقليم الأرضي

يسمى أيضاً المقاطعة الأرضيّة أو الإقليم الجيومورفولوجيّ، وهو من أكبر الوحدات التصنيفيّة الأرضيّة في النظام الهولندي، ويتميز بتجانس التكوين الجيولوجي على مستوى المجموعة الجيولوجية.

وبناء على الخصائص الجيولوجية لمنطقة الدراسة تم تقسيمها إلى أربعة أقاليم الأرضيّة هي: (الشكل ١٢ وجدول ٣ يوضحان توزيع وخصائص هذه الأقاليم)

١. اقليم اراضي الجرانيت

٢. اقليم أراضي الحجر الرمليّ



شكل (١٢) الأقاليم الأرضية في منطقة الدراسة

جدول (٣) خصائص الأقاليم الأرضيّة في منطقة الدراسة

الأقليم	المساحة (كم٢)	التكوين الجيولوجي	الجيومورفولوجيا	التربة	النبات الطبيعي	المناخ
أراضي الجرانيت	٥٦٢	جرانيت حامضي وقاعدي، جرانوديورايت، لاجيوكليز، قواطع راسية من انواع قاعدية، وسماقية. تتأثر بعدد كبير من الصدوع الاقليمية	يصل الارتفاع إلى ١٥٩٠متر ويبلغ معدل الانحدار ١٣,٨ درجة، ويتميز بشدة التقطع بالصدوع والتعرية المائية.	السفوح عارية أم مغطاة بجلاميد، وظهر التربة الغرينية في بطون الأودية.	تظهر الجفافيات كالرتم والسنط والعرعر،	شديد الجفاف
أراضي الحسمى	٣٨٩٣	الحجر الرملي الكامبري، والأردوفيشي والسيلوري.	يصل الارتفاع إلى ١٨٠٠متر ويبلغ معدل الانحدار ١١,٢درجة، تسود كل من التعرية المائية والريحية	تسود التربة الحجرية والحصباء، والفرشات الرملية والرواسب الفيضية والطينية	السفوح والمسطحات الطينية خالية من النباتات ، والاجزاء الأخرى تظهر الغضا والرتم والسنط والشيح والحوليات	شديد الجفاف
أراضي الحجر الكلسي	٨٥٥	تكوينات من الحجر الكلسي العقيدي، والايكونويدي وحجر رمل الكرنب	يصل الارتفاع إلى ١٦٥٠متر ويبلغ معدل الانحدار ٥,٤ درجة، ويتميز تسود التعرية الريحية بشكل رئيس	السفوح أما عارية، أو مغطى بجيوب من الترب المشتقة من الطين والمارل، كما تسود الترب الرملية	الحوليات في راس النقب وبعض الشجيرات في بطون الأودية، والحماد خالي من النباتات	شديد الجفاف
أراضي ساحل العقبة ووادي عربة	٤٠٩	رواسب رباعية وحديثة من رواسب بلوستوسينية ورواسب أودية ومراوح فيضية	صل الارتفاع إلى ٦٩٠ متر ويبلغ معدل الانحدار ٣,٦ درجة ، وتسود التعرية المائية وتظهر الشواطئ المرفوعة	جلاميد حادة، وحصى، ورمال خشنة، وكثبان رملية، ورواسب طينية، وغرينية	السبخات خالية من النباتات، اما باقي الأراضي فتظهر الحوليات والشجيرات مثل الطرفة والسنط والعرقد والغضا والدوم	شديد الجفاف

٣. اقليم أراضي الحجر الكلسي

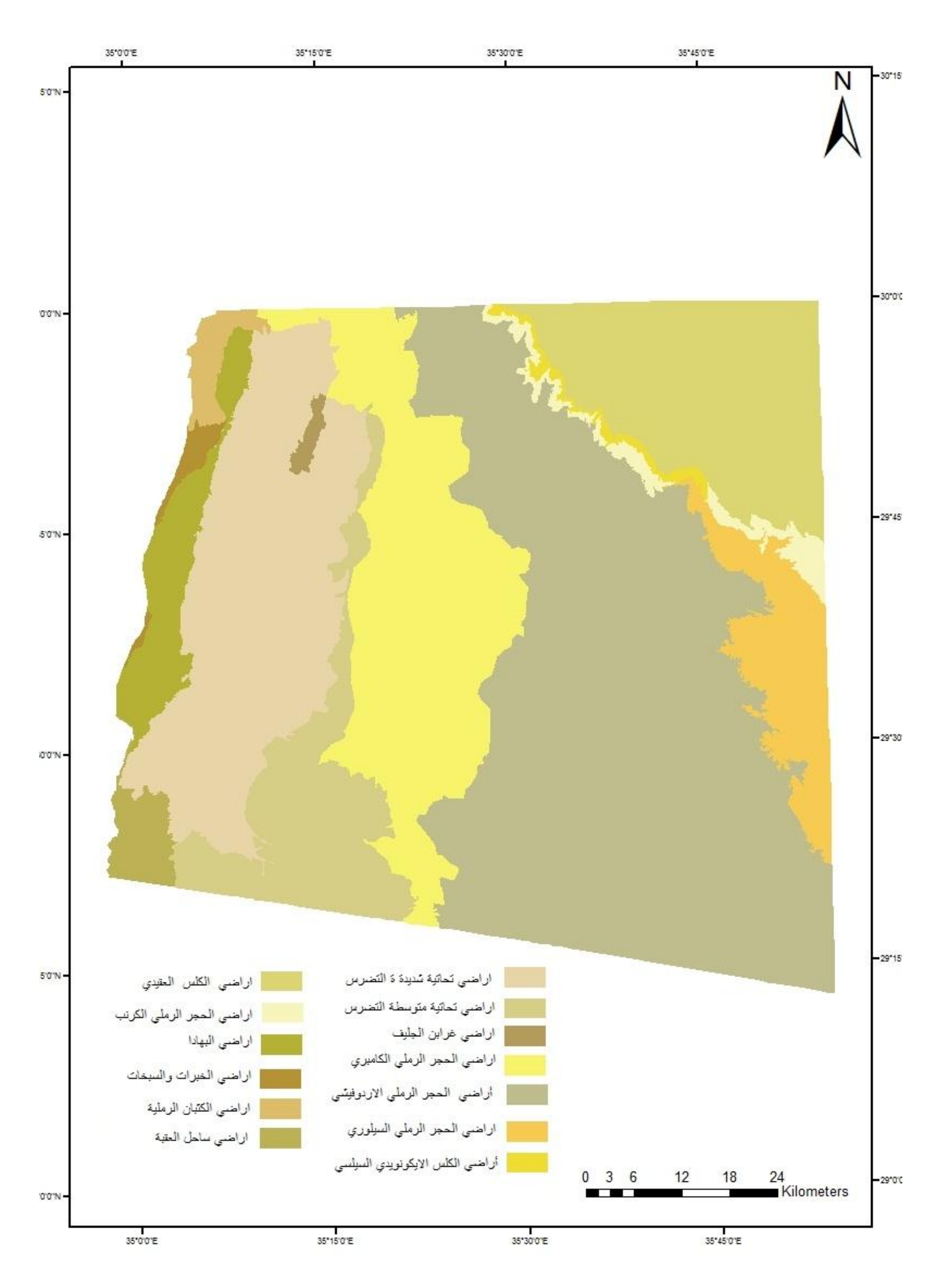
٤. اقليم وادي عربة وساحل العقبة

النظام الأرضي

يعرف النظام الأرضيّ على أنه المنطقة التي تتميز بتطور جيومورفولوجي معين يترتب عليه تكرار نمط تضاريسي وتربة وغطاء نباتي معين، ويتكون من مجموعة من الوحدات الأرضيّة المتكررة التي ترتبط معاً في النشأة والتطور، ويظهر النظام الأرضي في الصور الجوية والمرئيات الفضائية بنمط فوتوغرافي وطبيعيّ متميز عن النظم الأخرى.

كما يعتبر عنصر التغير في نمط التصريف المائي أو كثافة الشبكة المائية معياراً آخر لتحديد النظام الأرضي، فتغير نمط التصريف المائي أو كثافة الشبكة المائية يعني ظهور نظام أرضي. ويعكس تغير نمط التضرس المحلي التباين في النظم الأرضيّة.

بناء على التباين بين كل من الخصائص الجيولوجية التضاريسية قسمت منطقة الدراسة إلى ثلاثة عشر نظاماً، والشكل (١٣) والجدول (٤) يوضحان توزيع وخصائص النظم الأرضيّة في منطقة الدراسة.



شكل (١٣) النظم الأرضيّة في منطقة الدراسة

جدول (٤) خصائص النظم الأرضية في منطقة الدراسة

النظام الأرضي	المساحة (كم٢)	التضرس	معدل الانحدار	التكوين الجيولوجي	التربة	النبات الطبيعي
اراضي تحاتية شديدة ة التضرس	١٠٥١	١٥٦٠	١٥,٦	جرانيت، بقايا الحجر الرملي الكامبري	السفوح اما عارية او مغطة بحطام صخري	شجيرات متفرقة من
اراضي تحاتية متوسطة التضرس	٤٩١	١٠٥٠	١٠	جرانيت، ورواسب حديثة	السفوح اما عارية او مغطة بمواد طينيةوحطام	العرعر والسنط
اراضي غرابن الجليف	٢٠	٢٧٠	٥,٨	جرانيت بقايا الحجر الرملي الكامبري	السفوح عارية المنخفضات تغطيها تربة طينية	والرتم
الحجر الرملي الكامبري	١٠٩١	١٤٧٠	٩,٤	حجر رملي كامبري، وجرانيت، رواسب حديثة	سفوح عارية، مسطحات طينية، فرشات رملية	السفوح والقيعان خالية
أراضي الحجر الرملي الاردوفيشي	٢٥٥٣	١٠٥٠	١١,٤	حجر رملي اردوفيشي، ورواسب حديثة	سفوح عارية، مسطحات طينية، حماد رملي	من النباتات، في الاجزاء الاخرى
اراضي الحجر الرملي السيلوري	٣٢١	٣٩٠	٤,٤	حجر رملي سلوري، كرنب، ورواسب حديثة	تربة رملية وكلسية	شجيرات متفرقة
ارضي الكلس الايكونويدي السيلسي	٤٣	٥١٠	١٢	حجر رملي ايكونويدي وسليسي	ترب حجرية وصخرية وحطام رملي	حوليات وشجيرات
اراضي الكلس العقيدي	٧٤٣	٦٣٠	٤,٣	حجر كلسي عقيدي، ورواسب حديثة	جيوب من الترب الطينية والحصوية وحطام صخري	واعشاب
اراضي الحجر الرملي الكرنب	٩٩	٥٤٠	١١,٤	حجر رملي	سفوح عارية، وحطام صخري، وتجمعات رملية	شجيرات صغيرة
اراضي البهادا	٢٢٣	٣٩٠	٣,٦	رواسب حديثة	رواسب من الجلاميد الصخرية والمفتات الخشنة	بقايا اجام متراجعة
اراضي الخبرات والسبخات	٣٣	٠	٠	رواسب طينية حديثة	الطين والرمل الغريني	اجام من العرقد والدوم
اراضي الكثبان الرملية	٦٥	٣٩٠	٢	رواسب رملية حديثة	ترب رملية	اجام من العرقد
اراضي ساحل العقبة	٨٨	٦٩٠	٥,٦	رواسب رملية وحصوية حديثة	اراضي رملية خشنة وترب رملية وطينية	شجيرات متفرقة

الوحدة الأرضيّة Terrain Unit

تمثل الوحدة الأرضيّة، أي منطقة تتكون من وحدة جيومورفولوجية مفردة تتميز بتجانس التربة والغطاء النباتي، وتتكون الوحدة الأرضيّة من عدد محدود من العناصر الأرضيّة تتكرر بالنمط الفوتوغرافي والخصائص نفسها، ويعد نمط الانحدار الشائع ومجموعات التربة والغطاء النباتي المميز للوحدة الأرضيّة محصلة لتكرار العناصر الأرضيّة التي تتكون منها.

ويمكن وصف الوحدة الأرضيّة مورفومترياً، بالقياس بالميداني، أو القياس من الخرائط الطبوغرافية والصور الجوية، أو من المرئيات الفضائية من خلال استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد نظم المعلومات الجغرافية.

وبالاعتماد على المرئيات الفضائية واستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد تم التعرف على ٨٥ وحدة أرضية، والشكل (١٤) والجدول (٥) يوضحان توزيع وخصائص الوحدات الأرضيّة.

العناصر الأرضيّة Terrain Components

يمتاز العنصر الأرضي على زوج من المحاور (أحدها مواز للمحور الرئيس للانحدار والآخر ثانوي وعمودي عليه) بثبات معدلات تغير الانحدار ومعدلات تغير التقوس Curvature، سواء كان المنحدر محدباً أم مقعراً أم بميل ثابت أو كان المنحدر مستقيماً. ويتميز العنصر الأرضي بتجانس التربة على مستوى القطاع، وتجانس التجمع النباتي، واستمراره وصغر مساحته، مما يصعب توقيعه على الخرائط إلا من خلال الدراسة الميدانية، واستخدام صور جوية ذات مقياس ١: ٢٥,٠٠٠ .

ونظراً لاتساع منطقة الدراسة ووعورتها، وما تتطلبه دراسة هذه العناصر من وقت وجهد فقد اقتصرت الدراسة حتى الوحدات الأرضيّة فقط.

جدول (٥- أ) خصائص الوحدات الأرضية في إقليم الجرانيت (ما قبل الكامبري)

النظام الأرضي	الوحدة الأرضية	الرمز	المساحة (كم٢)	م. ارتفاع (م)	الانحدار (درجة)	نوع التربة	الجيولوجيا	النبات الطبيعي
الجرانيت شديدة التضرس	ذرى جرنيتية مذببة	١٠,١,١	٢٣,٨٢	١٠٦٧	١٧,٩	تربة صحراوية وكلسية ضحلة	جرانيت، جرانوديورايت، بلاجيوكليز، قواطع راسية، تتأثير بالصدوع	خالية من النباتات
	سفوح شديدة الميل	١٠,١,٢	٦٣٩,٦٦	٩٦٦	١٩,٧			
	مصاطب صخرية	١٠,١,٣	٩٤,٢٠	١٠٥٩	١٣,٩			سيادة انواع من الجفافيات الشوكية كالرتم والسنط والعرعر والهليكسون
	مصاطب لحقية	١٠,١,٤	١٠,٨٦	٨٩٦	٦,٢		رواسب رملية حديثة	
	أسطح من بقايا الحجر الرملي	١٠,١,٥	١٥,٤١	٧٥٥	١١		حجر رملي من الكامبري	
	بيدمنت	١٠,١,٦	٦٢,٥٧	١١٥٥	٥,٢		جرانيت، جرانوديورايت، بلاجيوكليز، قواطع راسية، تتأثير بالصدوع	
	سفوح الحضيض	١٠,١,٧	٢٦,٨٣	٧٦٣	٨,٣			
	سفوح الهشيم	١٠,١,٨	٦٤,٥٣	٨٧٨	٨,٧		رواسب رملية وغرينية حدية	
	مجاري أودية	١٠,١,٩	١١٢,٧٤	٨٢٧	٦,٨		رواسب باعية من رمل ناعم إلى خشن	
جرانيت متوسطة التضرس	سفوح عليا محدبة	١٠,٢,١	٥٣,٢٠	١١٤٧	١٠,٧		جرانيت، جرانوديورايت، بلاجيوكليز، قواطع راسية، تتأثير بالصدوع	خالية من النباتات
	سفوح مستقيمة متوسطة الميل	١٠,٢,٢	١٩١,٤٣	١٠٦٨	١٥,١			
	بيدمنت	١٠,٢,٣	٢٨,٥٤	١٢٠٢	٥,٧			
	سفوح الحضيض	١٠,٢,٤	٩,٠٣	٨١٤	٧,٨			
	مجاري أودية	١٠,٢,	٧٧,٣٤	٩٣٣	٦,١		رواسب باعية من رمل ناعم إلى خشن	ظهور بعض الشوكيات

	الوحدة الأرضية	الرمز	المساحة	م. ارتفاع	الانحدار (درجة)	نوع التربة	الجيولوجيا	النبات الطبيعي
		٥						
	مصاطب صخرية	١٠,٢,٦	٤٤,٣٧	٩٧١	١٠,١		جرانيت، جرانوديورايت، بلاجيوكليز،	
	مصاطب لحقية	١٠,٢,٧	٢٨,٢٣	٩٤٠	٧,٧		رواسب رملية حديثة	كالرتم والسنط والعرعر
	مراوح فيضية	١٠,٢,٨	٩١,٣٤	٨٨٨	٤	تربة حصوية	رواسب فيضة حديثة	
غرابن الجليف	حافة كويستا	١٠,٣,١	١,١٦	٩٩٩	٢١		حجر رملي من الكامبري	خاية من النباتات
	منحدرات ميل كويستا	١٠,٣,٢	٢,٢٩	١٠٨٧	٩,٥		حجر رملي من الكامبري	
	مراوح فيضية	١٠,٣,٣	٢,٠٢	١٠١٠	٢,١		رواسب فيضة حديثة	ظهور بعض الشوكيات
	أعراف نافرة	١٠,٣,٤	١,١٥	١٠٧٠	٧,٩		جرانيت، جرانوديورايت، بلاجيوكليز،	خالية من النباتات
	بقايا اسطح تحاتية	١٠,٣,٥	١٢,٦٩	١٠٤٤	٤,١		حجر رملي من الكامبري	ظهور بعض الشوكيات

جدول (٥- ب) خصائص الوحدات الأرضية في نظام الحجر الرملي الكامبري

		كم^{2}	م				
الأسطح العليا	٢٠,١,١	٧١,٠٥	١١٣٩	١٤,٠٧	تربة صحراوية رملية وحصوية	حجر رملي من الكامبري	شجيرات صحراوية
سفوح مستقيمة شديدة الانحدار	٢٠,١,٢	٢١٦,٤	١٠٦٢	٢٠,٦		حجر رملي من الكامبري	خالية من النباتات
كديوات	٢٠,١,٣	٩,٦٥	٨٣٢	٦,٥		حجر رملي من الكامبري	خالية من النباتات
مجاري اودية	٢٠,١,٤	٢٥,٠٢	٨٣٦	٥,٩		رواسب اودية حديثة	شجيرات صحراوية
مسطحات طينية	٢٠,١,٥	٢٨,٩٦	٧٧	٢,١		رواسب طينية وغرينية حديثة	خالية من النباتات
بيدمنت	٢٠,١,٦	٣٨,٣٩	٩٨٢	٦,٥		حجر رملي من الكامبري	شجيرات الغضا
أراضي تغطيها فرشات رملية	٢٠,١,٧	٥٩٦,٤١	٩٠٢	٤,١		كثبان رملية حديثة	والطرفة والحنظل
سفوح الهشيم	٢٠,١,٨	١٦,٢٥	٩٣٥	٦,٦		رواسب رملية وحصوية حديثة	والرتم والشيح
حوائط راسية	٢٠,١,٩	١٤,٣٨	٩٣١	١٩,٧		حجر رملي من الكامبري	
كثبان الظلال	٢٠,١,١٠	١,٤٦	١٠٥٠	٥,٥		رواسب رملية حديثة	خالية من النباتات

جدول (٥- ج) خصائص الوحدات الأرضية في نظام الحجر الرملي الأردوفيشي

الوحدة الأرضية	الرمز	المساحة	م. ارتفاع	الانحدار	نوع التربة	الجيولوجيا	النبات الطبيعي

أسطح عليا (مستوية- قبابية)	٢٠,٢,١,١	٢٧٦,٤٤	١٢٥٦	١٠,٢	تربة صحراوية رملية وحصوية	حجر رملي اردوفيشي	
سفوح شديدة الميل	٢٠,٢,١,٢	٣٣١,٧٥	١٢١٤	٢٤		حجر رملي اردوفيشي	خالية من النباتات
حوائط راسية	٢٠,٢,١,٣	٧٩,٣٩	١٠٩٧	٦,٥		حجر رملي اردوفيشي	خالية من النباتات
بيدمنت	٢٠,٢,١,٤	١٤٢,٦٦	٩٩٢	٤,٣		حجر رملي اردوفيشي	شجيرات صحراوية
أراضي تغطيها فرشات رملية	٢٠,٢,١,٥	٤٧٥,٨٩	١٠٤٥	٥,٤		رواسب رملية حديثة	خالية من النباتات
أسطح محاطة بجروف حادة	٢٠,٢,١,٦	١٧٧,٢	١٠٨٢	٥,٧		حجر رملي اردوفيشي	شجيرات الغضا
كديوات	٢٠,٢,١,٧	٧,٩٣	١٠١٨	٧,٤		حجر رملي اردوفيشي	والطرفة والحنظل
مجاري اودية	٢٠,٢,١,٨	٣٢,٩١	٩٦١	٤,٧		رواسب اودية حديثة	والرتم والشيح
مسطحات طينية	٢٠,٢,١,٩	٤١,١١	٧٩٣	٢,٩		رواسب طينية وغرينية حديثة	خالية من النباتات
مصاطب صخرية	٢٠,٢,١,١٠	١,٩٢	٨٧٨	٦		حجر رملي اردوفيشي	شجيرات صحراوية
سفوح الحضيض	٢٠,٢,١,١١	٨,٢٦	١٠٢١	٩,٩		حجر رملي اردوفيشي	خالية من النباتات
سفوح الهشيم	٢٠,٢,١,١٢	١٦,٨٢	١٠٦٣	١٠,٤		رواسب رملية وحصوية حديثة	شجيرات الغضا
كثبان رملية	٢٠,٢,١,١٣	٢٠٦,١٦	٩٧٤	٦,٢		كثبان رملية حديثة	والطرفة والحنظل
أسطح عليا مستوية	٢٠,٢,٢,١	١٦١,٦١	١٠٠٢	٥,٣	تربة كلسية جافة	حجر رملي كلسي اردوفيشي	والرتم والشيح
بيدمنت	٢٠,٢,٢,٢	٢٤٢,٢١	٨٧٤	٥,٣		حجر رملي كلسي اردوفيشي	
حماد صخري	٢٠,٢,٢,٣	٨٩,٢٤	٨٧٥	٤,٧		حجر رملي كلسي اردوفيشي	
سفوح لطيفة الميل	٢٠,٢,٢,٤	٣٧,٩٢	٩٤٦	١٠,٦		حجر رملي كلسي اردوفيشي	خالية من النباتات
أراضي الحضيض	٢٠,٢,٢,٥	٣,٠٤	٨٣١	٥,٤		حجر رملي كلسي اردوفيشي	شجيرات صحراوية
أراضي تغطيها فرشات رملية	٢٠,٢,٢,٦	١١١,٨٣	٨٢٠	٣,٨		رواسب رملية حديثة	من الرتم والحنظل
سفوح الهشيم	٢٠,٢,٢,٧	١,٩٣	٨٢٥	٤		رواسب رملية وحصوية حديثة	والحوليات
مسطحات طينية	٢٠,٢,٢,٨	٦,٥٣	٨٢٢	٢,٥		رواسب طينية وغرينية حديثة	خالية من النباتات
مجاري اودية	٢٠,٢,٢,٩	١٠٠,٠٢	٨٥٢	٣,٥		رواسب اودية حديثة	شجيرات صحراوية

جدول (٥- د) خصائص الوحدات الأرضية في نظام الحجر الرملي السيلوري

جدول (٥ ـ ه) خصائص الوحدات الأرضية في أقليم الحجر الكلسي (الكريتاسي)

الوحدة الأرضية	الرمز	المساحة	م. ارتفاع	الانحدار (درجة)	نوع التربة	الجيولوجيا	النبات الطبيعي
		كم٢	م				
سفوح متوسطة الميل	٢٠,٣,١	٦,٤٢	١٢٧٠	١٢,٩	تربة كلسية جافة	حجر رمل ناعم وغيرين	خالية من النباتات
بيدمنت	٢٠,٣,٢	١,٤	٩٣٨	٣,١		حجر رمل ناعم وغيرين	شجيرات صحراوية
حماد رملي	٢٠,٣,٣	٢٥٦,٣٤	٩١٥	٤,٥		رواسب رملية حديثة	خالية من النباتات
مجاري اودية	٢٠,٣,٤	١٦,٠٤	٩٦٤	٣,٤		رواسب اودية حديثة	شجيرات الغضا
أراضي الحضيض	٢٠,٣,٥	٠,٥	٩١٥	١٨,٨		حجر رمل ناعم وغيرين	والطرفة والحنظل
كثبان رملية	٢٠,٣,٦	٣٨,٧٤	٩٢٥	٣		رواسب رملية حديثة	والرتم والشيح
أسطح عليا محدبة	٢٠,٣,٧	٠,٦٣	١٠٤٧	١٠,٦		حجر رمل ناعم وغيرين	

النظام الأرضي	الوحدة الأرضية	الرمز	المساحة كم٢	م. الارتفاع م	م.الانحدار (درجة)	نوع التربة	الجيولوجيا	النبات الطبيعي
أراضي الكلس الايكونويدي السيلسي	منحدرات كويستا راس النقب	٣٠.١.١	٦٢.٠٥	١٥١٤	٦.٥	تربة كلسية جافة	تكوينات كلسية وعقيدة وحصى بلويستوسينية	حوليات
	مجاري اودية	٣٠.١.٢	٣٩.٧٣	١١١٣	٣.٢	تربة رملية وحصوية ضحلة	تكوينات رملية وحصوية حديثة	
	أراضي متموجة	٣٠.١.٣	٦٣٩.٥٣	١٢٠٤	٤.١	تربة كلسية ضحلة	تكوينات كلسية	
أراضي الكلس العقيدي	حافات نحت صدعية	٣٠.٢.١	٣٦.٥٦	١٣٧٩	١٢	تربة كلسية ورملية ضحلة	تكوينات كلس عقيدية	خالية من النباتات
	ظهور الخنازير	٣٠.٢.٢	٢.٦٨	١٤٧٩	١٠.٩	تربة رملية وكلسية ضحلة	تكوينات كلس عقيدية	
أراضي الحجر الرملي الكرنب	منحدرات نحت	٣٠.٣.١	٥٥.٦٨	١٢٢٣	١٢.٨	تربة رملية وكلسية	تكوينات رملية وكلسية وحصى بلويستوسيتية	
	تلال منعزلة	٣٠.٣.٢	١١.٣٥	١١١٨	١١.٩	حصى وتربة كلسية جافة	تكوينات رملية	
	أراضي الحضيض	٣٠.٣.٣	١٣.٠١	١٠٥٠	٦.٤	تربة كامبية وتربة حصوية	رواسب رملية	
	كويستات متواضعة	٣٠.٣.٤	٢.٠٩	١٤٥٥	٧.٤	تربة رملية وكلسية	تكوينات رملية وكلسية	
	مجاري أودية	٣٠.٣.٥	٣.٠٧	١٠٠٨	٣.٩	حصى وتربة كلسية جافة	حصى وجلاميد رملية وكلسية	شجيرات متفرقة

جدول (٥- و) خصائص الوحدات الأرضية في أقليم وادي عربة

النظام الأرضي	الوحدة الأرضية	الرمز	المساحة	م. الارتفاع	م.الانحدار (درجة)	نوع التربة	الجيولوجيا	النبات الطبيعي

			كم٢	م				
أراضي البهادا	مراوح ذات نشاط حتي	٤٠.١.١	١٥٦.٧٧	١٠٤	٣.٢	جلاميد حادة وحصى ورمل	رواسب رباعية وحديثة متمثلة في رواسب الأودية والمراوح الفيضية	الحوليات والشجيرات الصحراوية كالطرفة والسنط والعقد
	أراضي مراوح غير نشطة	٤٠.١.٢	٦٤.٧٤	١٦٣	٤.١			
أراضي السبخات والخبرات	أراضي طينية	٤٢.٢.١	٢.٣٤	٦٠	١.٢	طين رملي وغريني	رواسب حديثة من الطين والغرين والمارل	عارية من الغطاء النباتي
	أراضي رملية وغرينية انتقالية	٤٢.٢.٢	١٨.٤٤	٦٠	١.٥	رمل ناعم وغرين		
	هوامش ملحية	٤٢.٢.٣	١١.٧٤	٦٠	١.٤	رمل خشن وحصى		
أراضي الكثبان الرملية	نباك	٤٠.٣.١	٢.١٩	٦٠	١.١	رمال خشنة وكثبان رملية	رواسب رملية حديثة تتكون من رمل ناعم يتدرج إلى رمل خشن الحبيبات	شجيرات صحراوية
	فرشات رملية	٤٠.٣.٢	٣١.٢٠	١٠٦	١.٥			عارية من الغطاء النباتي
	كثبان هلالية	٤٠.٣.٣	٢٢.٧٩	٧٢	١.٤			
	الظلال	٤٠.٣.٤	٨.٦١	٢٧٧	٥.٨			
أراضي ساحل العقبة	الساحل الرملي	٤٠.٤.١	٣.٥٠	٥٢	٣.٨	حصى ورمال خشنة	رواسب رملية ترتفع بها نسبة الطين والمارل	عارية من الغطاء النباتي
	بقايا شؤاطي مرفوعة	٤٠.٤.٢	٠.٢٥	٣٠	٤.٣	رمل مع طين ومارل	رواسب رملية حديثة ترتفع بها نسبة الطين	عارية من الغطاء النباتي
	مراوح بليوستيسنية شديدة التقطع	٤٠.٤.٣	٥٠.٤٨	٣٢٦	٥.٨	جلاميد حادة وحصى ورمل	رواسب رملية بلويستوسينية	عارية من الغطاء النباتي
	مراوح حديثة غير مقطعة	٤٠.٤.٤	٧.١٠	٤٣٥	٤.٨		رواسب رملية حديثة تتكون من رمل ناعم يتدرج إلى رمل خشن الحبيبات	الحوليات والشجيرات الصحراوية كالطرفة والسنط والعقد
	مراوح ذات نشاط حتي	٤٠.٤.٥	٢٤.٠١	٢٨٥	٥.٨			

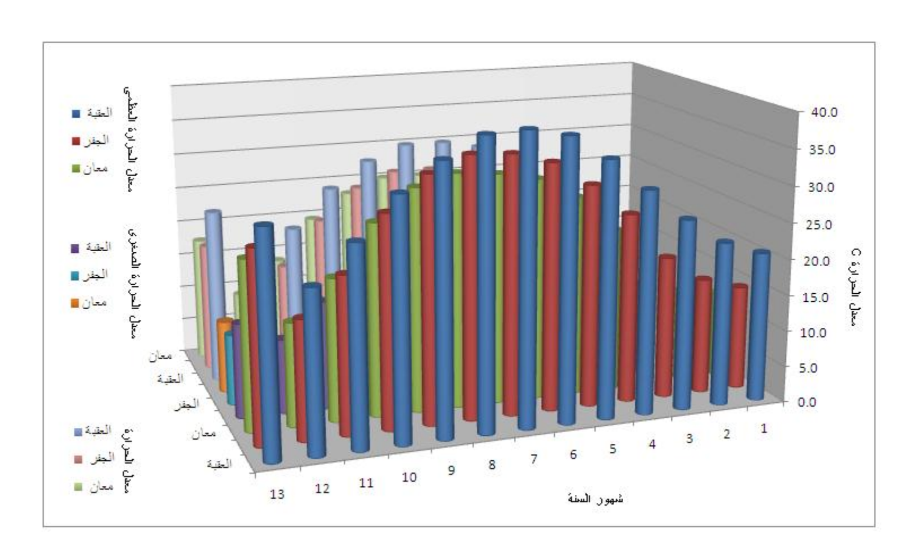
المناخ

ـ الحرارة

تتباين معدلات درجة الحرارة مكانيّاً وزمانيّاً داخل منطقة الدراسة، فيظهر التباين المكانيّ من خلال جدول (٦) وشكل (١٥) حيث يبلغ المعدل السنوي ٢٤,٣˚ في محطة العقبة بينما ينخفض إلى ١٧,٦˚ في محطة معان.

كما يوضح الجدول التغير الشهريّ لمعدلات درجة الحرارة حيث تزداد في أشهر الصيف وتصل ذروتها خلال شهري تموز وآب حيث يبلغ معدل درجة الحرارة ٣٢˚ في محطة العقبة، بينما ينخفض معدل درجة الحرارة في أشهر الشتاء ويسجل أدناها في شهر كانون الثاني إلى ١٤,٧˚ وينخفض هذا المعدل خلال الشهر نفسه إلى ٧,٤، ٧,٨ درجة مئوية في محطتي معان والجفر على التوالي.

ولا يقتصر هذا التباين من شهر إلى آخر، بينما يرتفع المدى الحراري بين الليل النهار إذ تنخفض درجة الحرارة خلال الليل وترتفع أثناء ساعات النهار إذ يبلغ المدى الحراري في محطة العقبة ١٧ درجة.



شكل (١٥) المعدلات الشهرية للحرارة للفترة من ١٩٨٠ ـ ٢٠٠٩

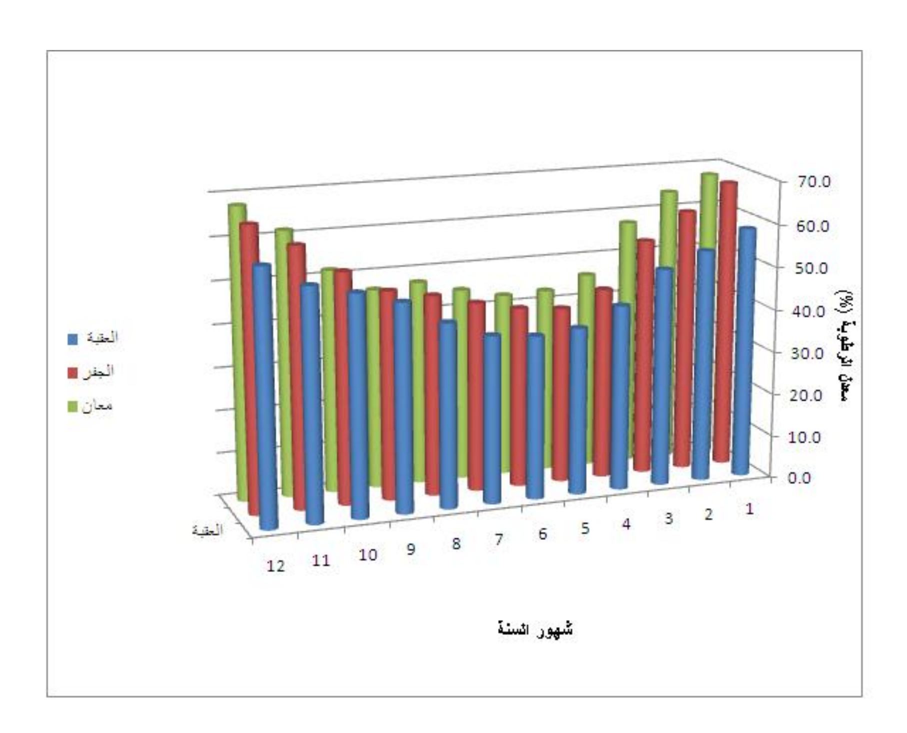
جدول (٦) خصائص العناصر المناخية في المحطات الممثلة لمنطقة الدراسة عن الفترة من ١٩٨٠ ـ ٢٠٠٧*

العنصر المناخي	المحطة	شهور السنة												
		١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	السنوي
معدل درجة الحرارة العظمى (مئوية)	العقبة	٢٠.٨	٢٢.٧	٢٦.٣	٣٠.٧	٣٥.١	٣٨.٥	٣٩.٦	٣٩.٣	٣٦.٥	٣٢.٧	٢٧.١	٢٢.٠	٣٠.١
	الجفر	١٤.٥	١٦.١	١٩.٧	٢٦.٢	٣٠.٦	٣٤.٠	٣٥.٥	٣٥.٨	٣٣.٧	٢٩.١	٢١.٦	١٦.٤	٢٦.١
	معان	١٢.٢	١٣.٢	١٦.٨	٢٢.٨	٢٧.٨	٣٠.٧	٣١.٨	٣٢.٣	٣٠.٨	٢٦.٦	١٩.٧	١٤.٣	٢٣.٣
معدل درجة الحرارة الصغرى (مئوية)	العقبة	٩.١	١٠.٤	١٣.٢	١٧.٠	٢٠.٦	٢٣.٥	٢٥.١	٢٥.٤	٢٣.٣	٢٠.٠	١٥.٠	١٠.٣	١٣.١
	الجفر	١.٣	٢.٣	٥.٤	١٠.٠	١٤.٢	١٦.٧	١٨.٣	١٨.٦	١٦.٨	١٢.٦	٦.٩	٢.٤	٩.٩
	معان	١.٨	٢.٣	٥.١	٩.٧	١٣.٦	١٥.٨	١٧.٦	١٧.٦	١٥.٩	١٢.٠	٧.٠	٣.٠	١٠.١
معدل درجة الحرارة (مئوية)	العقبة	١٤.٧	١٦	٢٠	٢٤	٢٨	٣١	٣٢	٣٢	٣٠	٢٦.٤	٢١	١٦.١	٢٤.٣
	الجفر	٧.٨	٩.٩	١٣	١٨	٢٢	٢٥	٢٧	٢٧	٢٥	٢٠.٥	١٤.١	٩.٢	١٨.١
	معان	٧.٤	٨.٨	١١	١٦	٢٠	٢٣	٢٥	٢٥	٢٣	١٩.٥	١٣.٦	٨.٩	١٧.٦
المدى الحراري	العقبة	١١.٧	١٢.٣	١٣.١	١٣.٧	١٤.٥	١٥.٠	١٤.٥	١٣.٩	١٣.٢	١٢.٧	١٢.١	١١.٧	١٧.٠
	الجفر	١٣.٢	١٣.٨	١٤.٣	١٦.٢	١٦.٤	١٧.٣	١٧.٢	١٧.٢	١٦.٩	١٦.٥	١٤.٧	١٤.٠	١٦.٢
	معان	١٠.٤	١٠.٩	١١.٧	١٣.١	١٤.٢	١٤.٩	١٤.٢	١٤.٧	١٤.٩	١٤.٦	١٢.٧	١١.٣	١٣.٢
معدل سرعة الرياح (العقدة)	العقبة	٥.٨	٦.٤	٨.٢	٩.٤	٩.٨	١٠.٦	٨.٨	٩.٨	١١.١	٨.٥	٦.٥	٥.٨	٨.٤
	الجفر	٣.٧	٥.٦	٦.١	٦	٦.٣	٦.٧	٦.٥	٥.١	٤.٨	٣.٣	٣	٢.٨	٥
	معان	٦.١	٧.٢	٧.٩	٧.٥	٠.٥	٦.٧	٦.٣	٥.٢	٤.٣	٤.١	٤.٥	٤.٩	٦
معدل التبخر (ملم/شهر)	العقبة	١٣٩.٩	١٧٣.٠	٢٧٤.٣	٣٨٠.٣	٥٠٠.٨	٥٦٧.٩	٦٠٦.٩	٥٦٤.٥	٤٥٨.٦	٣٢٩.٦	٢٢٠.٥	٢٥٤.٢	٤٤٢١.٠
	الجفر	٨٩.٤	١٢٠.٧	٢٠٣.٠	٢٨١.٧	٤٠٣.٩	٤٣٧.٩	٤٨٥.٦	٤٢٣.١	٤٢٢.٦	٢٢٥.٠	١٢٧.١	٨٣.٦	٣٣٠٣.٧
	معان	٨٧.١	١١٠.٧	١٨١.٥	٢٦٩.٨	٣٤٣.٢	٣٨١.٤	٤١٦.٤	٣٨١.١	٢٠٨.٨	١٨٠.٦	١٣٥.٧	٩٨.٧	٢٧٩٥.٠
معدل الرطوبة النسبية (%)	العقبة	٥٨.٧	٥٤.٣	٥٠.٨	٤٣.٢	٣٨.٩	٣٨.٠	٣٩.٠	٤٢.٨	٤٨.٣	٥١.٢	٥٣.٦	٥٨.٧	٤٨.١
	الجفر	٦٧.٥	٦١.٤	٥٥.٣	٤٤.٧	٤١.١	٤٢.٠	٤٤.١	٤٦.٦	٤٨.٥	٥٣.٧	٦٠.٣	٦٥.٦	٥٢.٦
	معان	٦٧.٧	٦٤.٢	٥٧.٦	٤٥.٩	٤٣.٠	٤٢.٧	٤٤.٨	٤٧.٤	٤٦.٥	٥١.٨	٦١.٦	٦٧.٨	٥٣.٤

- إعداد الباحثة بالاعتماد على بيانات دائرة الإرصاد الجوية

الرطوبة النسبية

يتباين معدل الرطوبة النسبية من مكان إلى آخر ضمن منطقة الدراسة (جدول٥ وشكل١٦). حيث يبلغ المعدل السنوي للرطوبة النسبية ٤٨,١% في العقبة، أما في محطتي الجفر ومعان فيبلغ المعدل السنوي للرطوبة النسبية ٥٢,٦% ٥٣,٤% في المحطتين على التوالي ، ولا يقتصر هذا التباين في الحيز المكاني فقط، بل تتباين هذه المعدلات من شهر إلى آخر حيث يرتفع معدل الرطوبة في محطة العقبة ليصل إلى ٥٨,٧% في شهري كانون الأول وكانون الثاني، وينخفض إلى ٣٨,٩% في شهر أيار

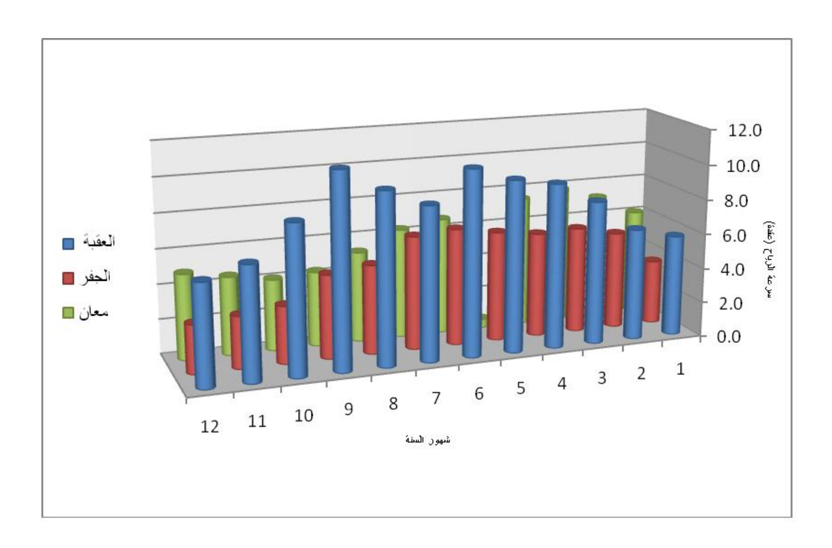


شكل (١٦) المعدلات الشهرية للرطوبة النسبية (%)للفترة من ١٩٨٠ ـ ٢٠٠٩

الرياح

تتباين سرعة الرياح واتجاهها بتباين الضغط الجويّ، والتضاريس، فتزداد سرعة الرياح كلما ازداد انحدار الضغط الجوي، وكانت التضاريس أكثر انبساطاً؛ ونظراً لتباين التضاريس في منطقة الدراسة تتباين تبعاً لذلك سرعة الرياح، حيث يبلغ المعدل السنوي للرياح في محطة العقبة ٨,٤ عقدة وتنخفض في محطة الجفر إلى ٥عقدة.

يبين الشكل (١٧) التباين المكانيّ والزمنيّ لسرعة الرياح حيث تصل سرعة الرياح ذروتها خلال أشهر الصيف وبداية الخريف، فمعدل سرعة الرياح في شهر ايلول في محطة العقبة ١١,١ عقدة. بينما ينخفض هذا المعدل في شهر كانون الثاني إلى ٥,٨ عقدة.

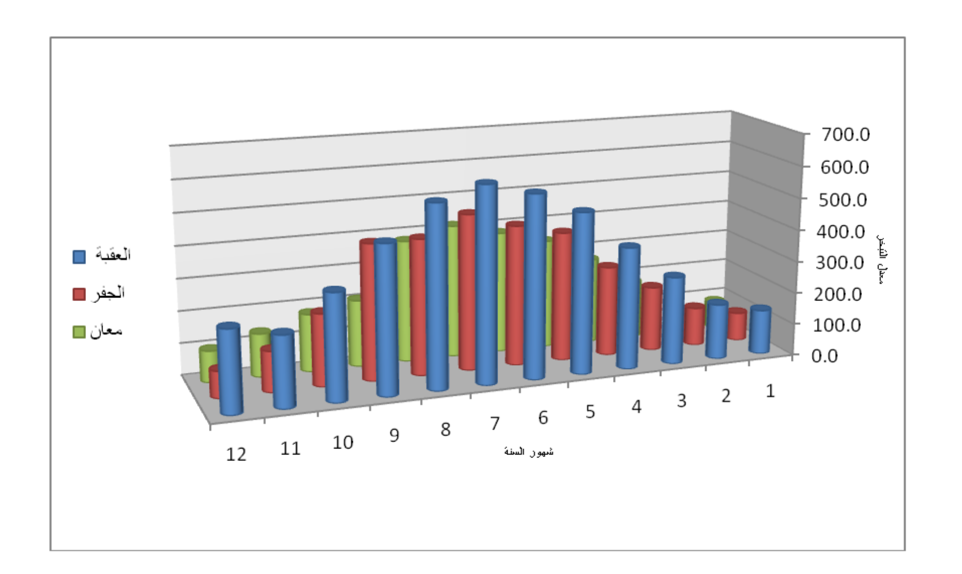


شكل (١٧) المعدلات الشهرية لسرعة الرياح في منطقة الدراسة للفترة من ١٩٨٠ ـ ٢٠٠٩

التبخر

ترتبط معدلات التبخر بشكل عام بجملة من العناصر المناخية المقاسة ، ومن المعلوم أن معدلات التبخر تزداد في حالة توفر الطاقة اللازمة لتحولات الماء من حالته العادية إلى الحالة الغازية، وفي محطات منطقة الدراسة يتباين معدل التبخر باختلاف سلوك العناصر الأخرى من معدلات درجات الحرارة، والأمطار، والرطوبة النسبية، وسرعة الرياح واتجاهها.

ويتضح من الجدول (٥) والشكل (١٨) أن الأجزاء الغربية من منطقة الدراسة تحظى بمعدل تبخر أعلى من الأجزاء الأخرى إذ وصل معدل التبخر في العقبة ٦٠٦,٩ملم في شهر تموز، وفي محطة معان ينخفض هذا المعدل ليصل ٤١٦,٤ملم .



شكل (١٨) المعدلات الشهرية للتبخر في منطقة الدراسة للفترة من ١٩٨٠ ـ ٢٠٠٩

الهيدرولوجيا

يمكن دراسة هيدرولوجية منطقة الدراسة من عدة جوانب تتمثل في

الأمطار

تتميز منطقة الدراسة بقلة الأمطار، وتتميز معدلاتها بعدم الانتظام والتغاير زمانياً ومكانياً، وتكون على شكل زخات قصيرة وسريعة، شديدة التركز، وتغطي مساحات صغيرة.

ولتوضيح خصائص المعدلات المطرية لمنطقة الدراسة، فقد تم تحليل البيانات المطرية لأحدى عشرة محطة مطرية تابعة لوزارة المياه والري وهي الريشة، رتما، ناصفة، وادي مسعد، عردة، خريم، سابط، أم نقور، الغال، العقبة، ومعان، كما يبين الجدول (٧).

ويشير الجدول (٨) إلى بعض الخصائص الإحصائية لمعدلات الأمطار السنوية في محطات منطقة الدراسة لفترة تسجيل تصل مدتها إلى ٤٢سنة (باستثناء محطة الريشة التي بدء الرصد بها سنة ١٩٩٩) والتي تم الحصول عليها من ملفات وزارة المياه . وسجلت محطة الريشة معدل هطول ٣٠,٧٥ملم سنوياً، يرتفع في وادي مسعد إلى ٤٣,٢ملم، بينما ينخفض في عردة إلى ٢٥,٣٧ملم سنوياً شكل (١٩).

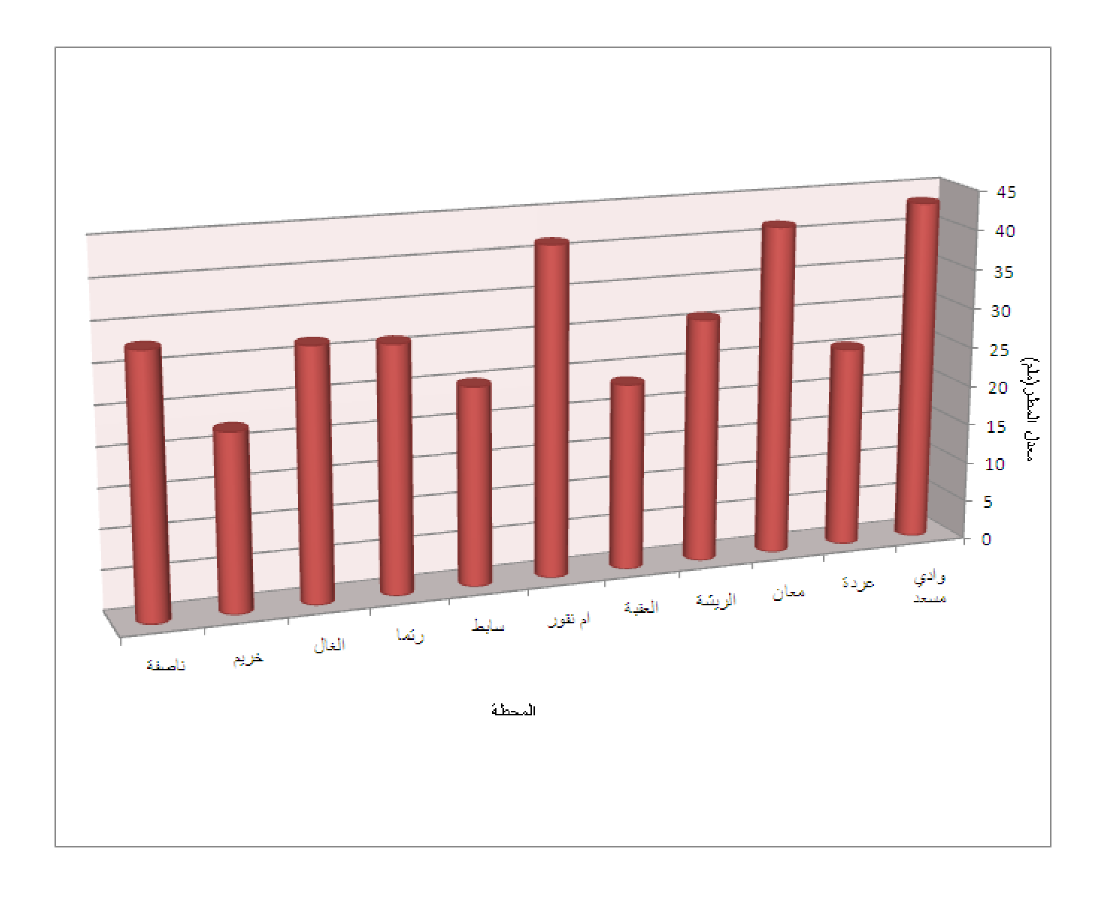
جدول (٧) المحطات المطرية وخصائصها في منطقة الدراسة

المحطة	دائرة عرض	خط طول	الارتفاع (متر)
الريشة	٣٠.٢٢٠٣	٣٥.٢١٤٣	٢٤٠
رتما	٢٩.٨٢٣٢	٣٥.٤٤٨١	٨٨٥
ناصفة	٢٩.٧٠٥٤	٣٥.٦١٣٢	١٠٨٣
وادي مسعد	٢٩.٦٥٢٠	٣٥.٢٨٢٥	٨١٦
عردة	٢٩.٦٧٧٨	٣٥.٧٧٨٤	٩٢٠
خريم	٢٩.٥٢٤٧	٣٥.٧٢٥٩	٨١٢
سابط	٢٩.٤٣٥٥	٣٥.٢٤١١	١٠٢٥
ام نقور	٢٩.٤٣٥٢	٣٥.٤٤٧٢	١١٧٦
الغال	٢٩.٥٢٨٧	٣٥.٦٠٢٢	٨٠٠
العقبة	٢٩.٥٥٠٠	٣٥.٠٠٠٠	٩
معان	٣٠.١٦٠٠	٣٥.٧٨٠٠	١٠٤٩

جدول (٨) الخصائص الاحصائية لمعدلات سقوط الأمطار(ملم)*

المحطة	أدنى معدل هطول ملم		أعلى معدل هطول ملم		معدل الهطول السنوي (ملم)	الانحراف المعياري (ملم)	معامل الاختلاف
الريشة	٨.٥	٢٠٠٨	٦٣.٤	٢٠٠١	٣٠.٧٥	١٥.٠٢	٤٨.٨٥
رتما	٠	١٩٧٩	٨٢.٣	١٩٩٢	٣١	٢٣.٠٨	٧٤.٤٥
ناصفة	٢	١٩٩٩	١٠١	١٩٧١	٣٢.٧٨	٢٤.٤٣	٧٤.٥٣
وادي مسعد	٢	١٩٩٩	٩٠.٤	١٩٩٢	٤٣.٢	٢٧.٢٦	٦٣.١٠
عردة	٥	١٨٧٦	٦٢.٨	١٩٨٧	٢٥.٣٧	١٥.٧٥	٦٢.٠٨
خريم	٠	١٩٨٨	٥٣.٨	١٩٩٠	٢٢.٢٥	١٨.٣٤	٨٢.٤٣
سابط	١	١٩٩٩	٧٥.٢	١٩٨٥	٢٤.٩٧	٢٤.٤٦	٩٧.٩٦
ام نقور	٢	١٩٨٣	١٠٩	١٩٧٠	٤١.٣٩	٢٧.١٧	٦٥.٦٤
الغال	٦	١٩٩٨	٩٠.٢	١٩٨٩	٣١.٦٦	٢٣.٣٩	٧٣.٨٨
العقبة	٢.١	١٩٩٦	٧٤.١	١٩٨٧	٢٣.٤٣	١٨.٥٢	٧٩.٠٤
معان	٠	١٩٩٩	١٧٩	١٩٩٦	٤١.٥	٢٥.٣	٦٠.٩٦

*إعداد الباحثة بالاعتماد على بيانات الأرصاد الجوية ووزارة المياه والري



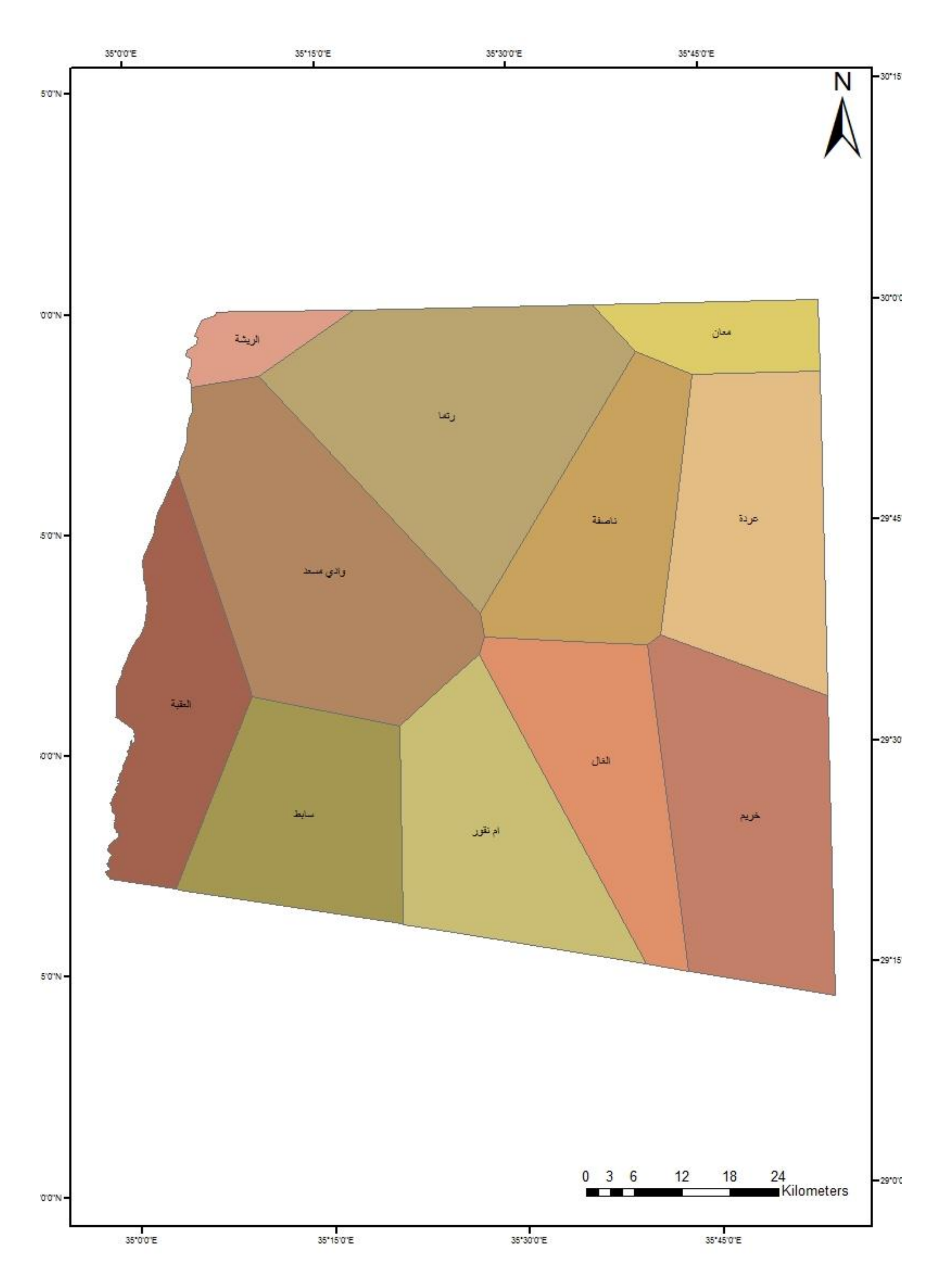
شكل (١٩) المعدلات السنوية للأمطار الساقطة خلال الفترة من ١٩٨٠ ٢٠٠٩

يشير معامل التغير السنوي (Coefficient of Variation) للمحطات المطرية في منطقة الدراسة إلى أن التقلبات المطرية لا تحدث فقط بتباين المواقع، ولكن يصبح أكثر تقلباً من سنة لأخرى حيث بلغ هذا المعامل (٧٩,٠٤%) في محطة العقبة، و٩٧,٩٦% في محطة سابط.

التوزيع المساحي للتساقط المطري في منطقة الدراسة

لتقدير الهطول المساحي للأمطار الساقطة استخدمت طريقة مضلع ثيسين من خلال تحويل البيانات النقطية Point Rainfall للمحطات المطرية إلى بيانات مساحية تمثل كمية التساقط في منطقة الدراسة .

ومن خلال طريقة ثيسين رسمت مواقع محطات الأمطار على طبقة أساسية في برنامج arcgis٩.٣ ، وتم تشكيل شبكة من خلال إقامة مضلعات منصفة راسياً في منتصف المسافة بين كل محطتين كما موضح في الشكل (٢٠)، وبعدها حسبت مساحة كل منطقة مستخرجة، والهطول



شكل (٢٠) الأمطار المساحية حسب طريقة شبكة مضلعات ثيسين

المطري المساحي الموزون لكل المساحات المستخرجة كما هو موضح في الجدول (٩). حيث نلاحظ أن حجم الأمطار الساقطة سنوياً على منطقة الدراسة تبلغ ٢١٢,٥ مليون متر مكعب.

جدول (٩) حجم الأمطار السنوية على منطقة الدراسة *

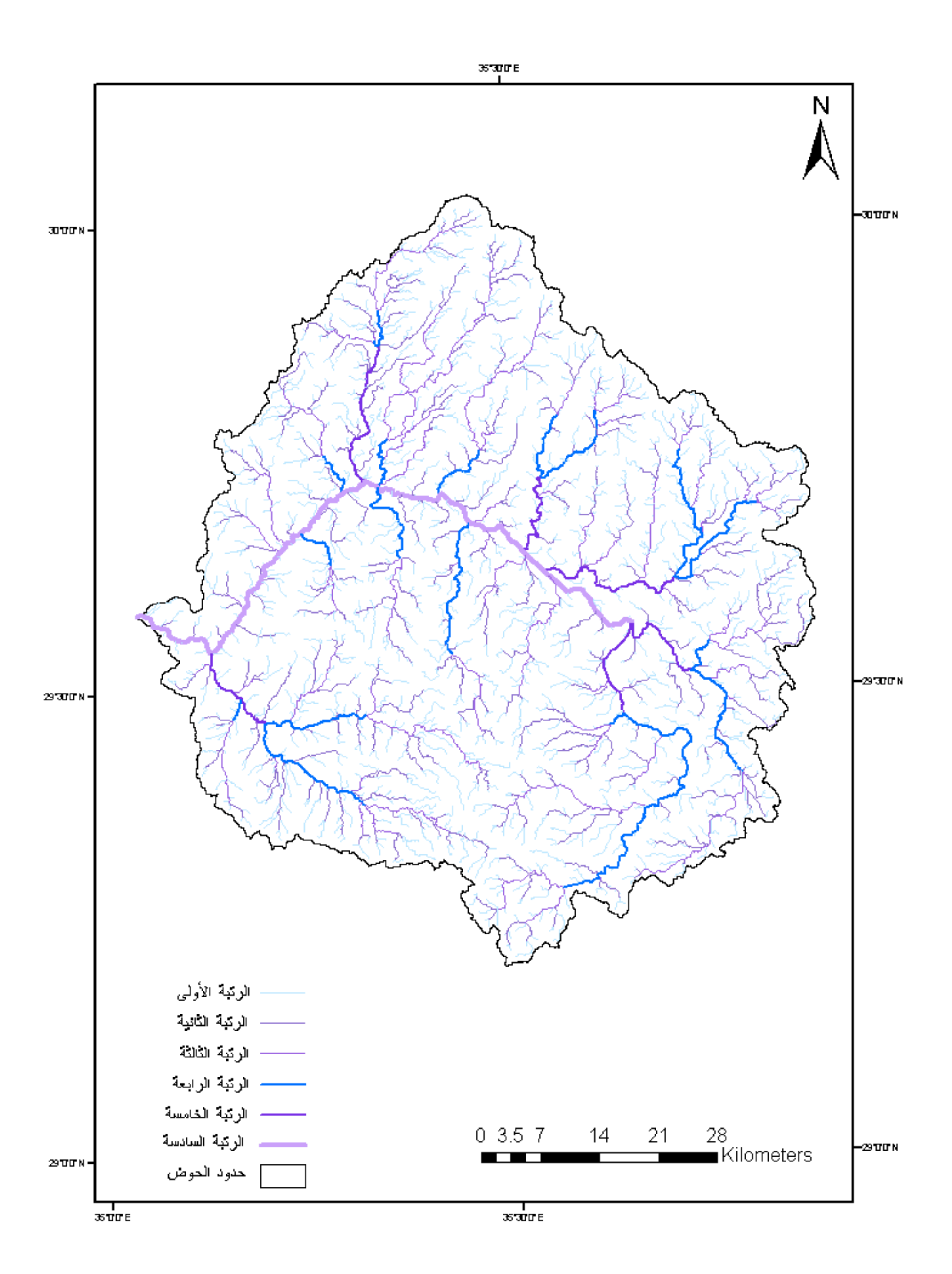
المحطة المطرية	معدل الامطار / ملم	المساحة (كم٢)	المعدل الموزون	حجم المطر (مليون م٣)
وادي مسعد	٤٣.٢	٩٩٢.٢	٦.٣٥	٤٢.٦
عردة	٢٥.٣٧	٦٨٦.٠٥	٢.٥٨	١٧.٤
معان	٤١.٥	٢١٧.٦٤	١.٣٤	٨.٨
الريشة	٣٠.٧٥	١١٧.٦	٠.٥٤	٣.٦
العقبة	٢٣.٤٣	٥٣٨.٠١	١.٨٧	١٢.٦
ام نقور	٤١.٣٩	٦٦٧.٤٩	٤.٠٩	٢٧.٦
سابط	٢٤.٩٧	٥٩٤.٧٨	٢.٢٠	١٤.٨
رتما	٣١	١٠٠٠	٤.٥٩	٣١
الغال	٣١.٦٦	٥٥٤.٩٨	٢.٦٠	١٧.٥
خريم	٢٢.٢٥	٨١١.٦٧	٢.٦٨	١٨
ناصفة	٣٢.٧٨	٥٦٨.٥٨	٢.٦٨	١٨.٦
المجموع	٣٤٨,٣	٦٧٤٩	٣١.٥٢	٢١٣,٦٧

الجريان السطحي

المياه السطحية هي مياه الأمطار وما ينشأ عنها من فيضانات يضاف إلى ذلك مياه الجريان الدائم في الأودية والينابيع ومياه السدود .

بالرغم من أنخفاض معدلات التساقط وانعدام الأودية الدائمة، والينابيع فإن منطقة الدراسة مقطعة بالعديد من الأودية التي تجري بها المياه إثر تساقط الأمطار؛ ونظراً لعدم وجود محطات لرصد الجريان على الأودية باستثناء محطة وادي اليتم فقد ركز على هذا الوادي لتوضيح الجريان السطحي في منطقة الدراسة.

يعد وادي اليتم أكبر الأودية، ووفقا لتصنيف شترهلر فهو في المرتبة السادسة (شكل٢١) ويمتد على مساحة تقدر بنحو ٤٥١٨كم٢، ويبلغ معدل انحداره ٩,٥٨°، وهو من الأودية فصلية



شكل (٢١) الشبكة المائية لحوض وادي اليتم

الجريان إذ تفيض به المياه عقب سقوط المطر. وتتداخل عوامل متعددة في كمية الجريان السطحي وكثافته كتباين الانحدار، ومساحة الحوض وشكله. ونظراً لكبر مساحة هذا الوداي تمت دراسته من خلال تقسيمه ٢٣ وادياً فرعياً. كما موضح بالجدول(١٠) والشكل(٢٢).

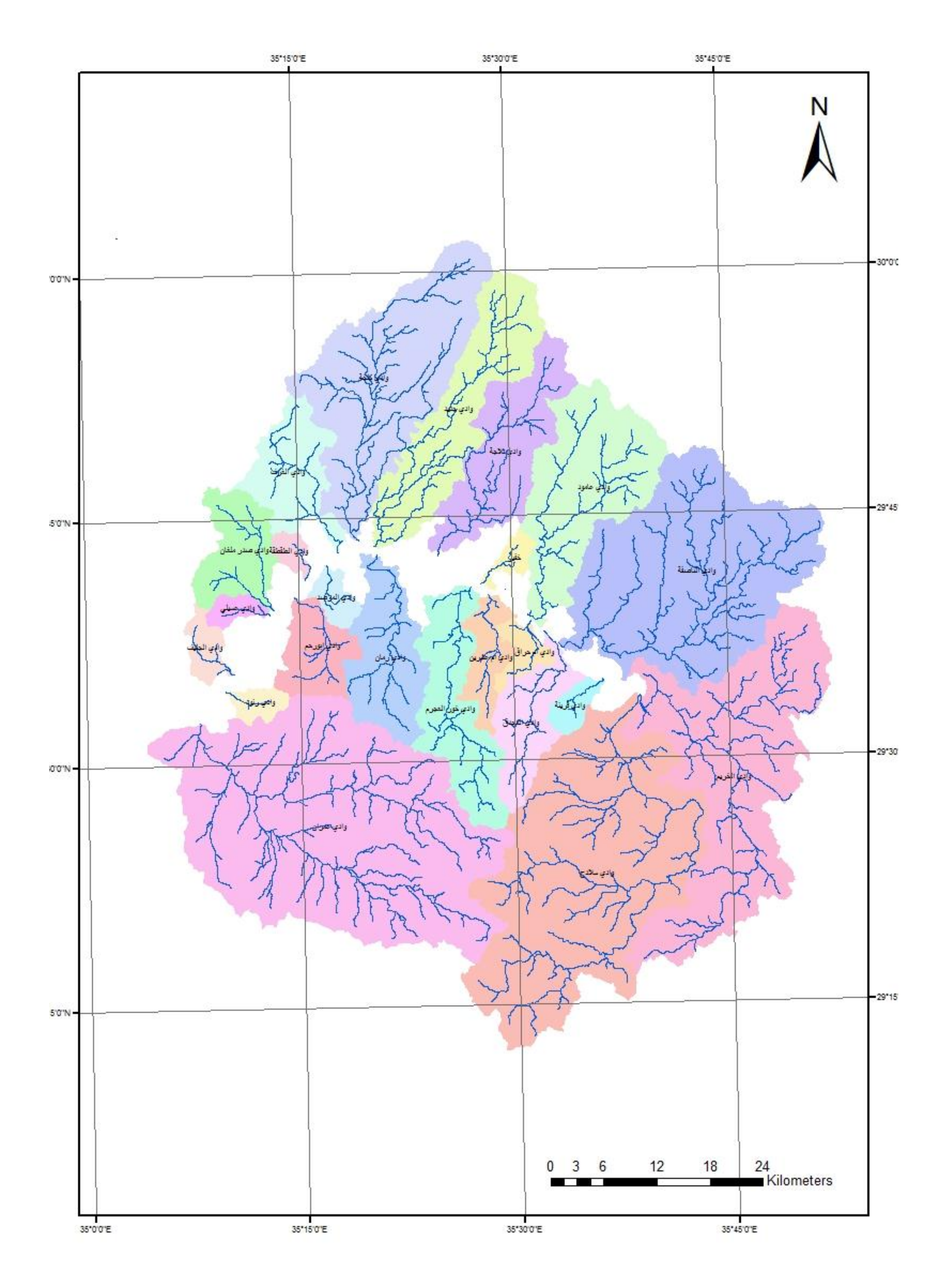
تؤثر كثافة التصريف المائي في سرعة انتقال المياه من مناطق تقسيم المياه إلى المجاري المائية، فكلما زادت كثافة التصريف زادت سرعة وصول مياه الأمطار إلى المجاري المائية وبالتالي يعظم الجريان السطحي؛ أي ان هناك علاقة طردية بين الكثافة التصريفيّة وحدوث الجريان السطحي وزيادة كميّته. وفي منطقة الدراسة تنخفض الكثافة التصريفية حيث تقل عن واحد في كل الأحواض.

تختلف مساحة الأحواض الفرعية لوادي اليتم، فهي تتباين بين احواض صغيرة المساحة تبلغ مساحتها نحو ١٧ كم^{٢} وأحواض متوسطة المساحة تبلغ مساحتها أكثر من ٥٠٠ كلم^{٢}. كما يتباين معدل انحدار هذه الأحواض حيث يتراوح بين ٦.٢ و٢٠,٦ درجة.

وتبتعد أشكال هذه الأحواض المائيّة عن الشكل الدائري ونستدل على ذلك من انخفاض معاملي الاستدارة وشكل الحوض، بينما تكون هذه الأودية متوسطة الاستطالة حيث تتراوح قيمة هذا المعامل بين ٠,٥ و٠,٧٥ . وتشير نسبة الاستدارة العالية إلى أنّ الحوض المائي مازال في بداية دورة التعرية أي بمرحلة الشباب، حيث تبدأ الأودية بممارسة الحث التراجعي وزيادة أطوالها، ولا تمارس الحت الجانبي إلا في مراحل متأخرة (سلامة، ٢٠٠٤)

تجري هذه الأودية في منطقة جافة لا يتجاوز معدل المطر السنوي فيها ٥٠ملم سنويا، يضيع معظمها نتيجة التبخر بينما يتسرب جزء آخر عبر الشقوق . ويوضح الجدول (١١) أهم الفيضانات التي تعرض لها الوادي وفق قياسات محطة وادي اليتم.

يتضح من الجدول أن أقصى تصريف كان في أذار ١٩٦٦، إذ بلغ ١٢٨ متر مكعب في الثانية، ويعرف هذا الفيضان بفيضان معان وذلك عندما تعرض راس النقب لحالة عدم استقرار جوي عنيفة، وادت هذه الحالة إلى هطول زخات رعدية من المطر على المناطق الجنوبية من الأردن، وبخاصة المناطق الجبلية المحيطة بمدينة معان والعقبة، وقد وصل ارتفاع المياه إلى أكثر من ١٥ متراً في قناة مجرى اليتم، ووادي وهيدة. مما أدى إلى تدمير عدد كبير من المباني والطرق والجسور، وهلاك عدد من السكان القاطنين على جانبي الوادي.



شكل (٢٢) الأحواض الفرعية لوادي اليتم

جدول (١٠) الخصائص المورفومترية للأحواض الفرعية لوادي اليتم*

رقم الحوض	مساحة الحوض	م. الانحدار	كثافة التصريف كم/كم^2	معدل الاستطالة	معدل الاستدارة	معدل الاندماج	معامل شكل الحوض
وادي الجليف	٢٧.٤٧	١٧.٣	٠.٧٢	٠.٦٣	٠.٢٥	١.٩٨	٠.٣١
وادي صدر ملغان	٨٩.٤٠	٩.٧	٠.٧٣	٠.٦٧	٠.٢٣	٢.٠٧	٠.٣٥
وادي عسيلي	١٧.١٦	١٤.٧	٠.٨١	٠.٦٤	٠.٣٢	١.٧٦	٠.٣٢
وادي الغرف	١٠٥.٤٠	٨.٤	٠.١٣	٠.٦٢	٠.١٦	٢.٤٤	٠.٣٠
وادي الطقطقة	١٥.١١	١٣.٤	٠.٨٣	٠.٧	٠.٣٢	١.٧٥	٠.٣٨
وادي عمران	٧٧٤.٤٣	١٠.٦	٠.٨٨	٠.٧٥	٠.٢٤	٢.٠٢	٠.٤٤
وادي رنوة	٢٠.٣٣	٢٠.٦	٠.٥٦	٠.٦٩	٠.٣٣	١.٧٣	٠.٣٧
وادي ابو رحم	٧١.٨٥	١٠	٠.٨٥	٠.٦٩	٠.٢٧	١.٩	٠.٣٨
وادي المرصد	٢٣.٦٠	١٣	٠.٨٦	٠.٧٢	٠.٣١	١.٧٨	٠.٤١
وادي رمان	١٣٢.١٧	١٠.٨	٠.٨٥	٠.٥٨	٠.٢	٢.٢١	٠.٢٧
وادي الجديد	٢١١.٩١	٧.١	٠.٨٩	٠.٤٦	٠.١٤	٢.٥٩	٠.١٧
وادي خور رم	١٥٥.٠٧	١٣.٣	٠.٨٤	٠.٥	٠.١٣	٢.٧	٠.٢٠
وادي ثلاجة	١٧٢.٥١	١٠.٦	٠.٨	٠.٥٢	٠.١٥	٢.٥٥	٠.٢١
وادي ام عشرين	٥٢.٠٦	١٣.٤	٠.٨٤	٠.٥١	٠.١٤	٢.٦٤	٠.٢٠
وادي سلادح	٦١٣.٥٢	١١.٥	٠.٨٣	٠.٦٥	٠.١٧	٢.٣٩	٠.٣٣
وادي المحدق	٩٣.٣٢	١٢.٨	٠.٩٢	٠.٥١	٠.١٦	٢.٤٨	٠.٢١
وادي ام حراق	٢٦.٦١	١٢.٥	٠.٩١	٠.٦٤	٠.١٦	٢.٤٧	٠.٣٢
وادي عامود	٢٤٢.٠٣	١٠.٥	٠.٨٢	٠.٦٢	٠.٢١	٢.١٧	٠.٣١
وادي كلخة	٣٤٤.٣٢	٥	٠.٩٦	٠.٥٧	٠.١٨	٢.٢٩	٠.٢٦

وادي الخريم	٤٦٧.٧٢	٥.٣	٠.٨٧	٠.٧٦	٠.١	٣.١٥	٠.٤٦
وادي قرينة	٢٢.٢٣	١٤.٧	٠.٧٢	٠.٥٨	٠.٣٣	١.٧٢	٠.٢٦
وادي خفير	١٧.٠٢	٦.١	٠.٨٤	٠.٥٨	٠.١٥	٢.٥٤	٠.٢٦
وادي الناصفة	٤٩٤.٤٣	٧.٣	٠.٨٥	٠.٧٥	٠.٢٣	٢.٠٦	٠.٤٤

جدول (١١) فيضانات محطة حوض وادي اليتم خلال الفترة من ١٩٦٣ ــ ١٩٨٢*

التاريخ	الجريان (م^3/ ث)	التاريخ	الجريان (م^3/ ث)
٨ نيسان ١٩٦٣	٩	١٨ تشرين الثاني ١٩٦٧	٠.٣٦
٠١ شباط ١٩٦٤	١٢.٥	٢٦ تشرين الثاني ١٩٦٧	٥.٤١
٢٥ آذار ١٩٦٥	٣٠.٩	١٩ آذار ١٩٦٩	٠.٦٦
١٢ كانون الثاني ١٩٦٥	١.١٤	٢٥ آذار ١٩٧١	٠.٨
١٣ كانو الثاني ١٩٦٥	٠.١٧	٢٠ شباط ١٩٧٥	٠.٩٨
١٩ كانون الثاني ١٩٦٥	٠.٣	٢٥ شباط ١٩٧٥	١.٢٣
٢٦ آذار ١٩٦٥	٠.١٦	٣١ تشرين الأول ١٩٨١	٨.٠٦
١١ آذار ١٩٦٦	١٢٨	١١ أيار ١٩٨٢	٥.١٥
٠٩ تشرين الثاني ١٩٦٦	١		

- بيانات وزارة الزراعة

وبالاعتماد على بيانات هذه المحطة واستخدام برنامج SMADA لبيان التوزيع الاحتمالي وبناء فترات الرجوع للتصريف المائي اليومي، واستخدام التوزيع Log Pearson Type ш تم استخلاص فترات الرجوع المحتملة والتي تبدأ من سنتين إلى غاية مائتي سنة كما في الجدول (١٢)

جدول(١٢) كمية التصريف المائي اليومي (م٣/ث) وفترات رجوعه في حوض وادي اليتم*

فترة الرجوع	الاحتمالية	كمية التصريف المائى (م٣/ث)
٢	٠.٥	١.٤٢

٣	٠.٦٦٧	٣.٢١
٥	٠.٨	١٠.٣٤
١٠	٠.٩	٢٨.٢٢
٢٥	٠.٩٦	٦٤.٠٦
٥٠	٠.٩٨	٩٨.٩٨
١٠٠	٠.٩٩	١٣٩.٧٥
٢٠٠	٠.٩٩٥	١٨٥.٨٢

أعداد الباحثة بالاعتماد على بيانات وزارة الزراعة

المياه الجوفية

المياه الجوفية من أهم الموارد الطبيعيّة ودعامة مهمة من دعائم التنمية الزراعيّة والعمرانية والصناعية، وكانت وماتزال المصدر الرئيس لإمداد حرفة الزراعة والرعي بحاجتها من المياه، بالإضافة إلى تغطيتها لحاجة السكان اليومية لأغراض الاستخدام المنزلي.

وعند تتبع مصادر تكون المياه الجوفية في منطقة الدراسة نجد أن السبب الرئيس لنشوء التكوينات الرئيسة الحاملة للمياه ليس الأمطار التي نشهدها اليوم بمعدلاتها المتدنية التي لا تتجاوز ٥٠ملم في السنة، وإنما هناك فترات مطيرة ذات أمطار غزيرة مرت على منطقة الدراسة أدت إلى تخزين كميات ضخمة من المياه الجوفية في طبقات الصخور الرسوبية. وقد زادت من كفاءة تخزين المياه الجوفية على اختلاف مستوياتها الحركات التي تعرضت لها منطقة الدراسة في أواخر الزمن الجيولوجي الثالث خلال الميوسين والبلايوسين والذي نتج عنه التواء بعض الطبقات الرسوبية وتشكل بسبب ذلك عدد من الطيات بتقعرها أو بتحدبها، وأدى كذلك إلى انفلاق بعض الصدوع، والأخاديد على طول الطبقات الرسوبية مما سهل وصول المياه إلى الطبقات الجوفية والاستقرار فيها. ويمكن حصر الخزانات الحاملة للمياه في منطقة الدراسة في ثلاث مجموعات تتضمن:-

- خزان الديسة

يعلو هذا الخزان صخور القاعدة النارية، ويمتد عمره من الكامبري إلى الأردوفيشي. ويشمل أربعة تكوينات، من الأقدم إلى الأحدث سلب الرمليّ الأركوازي، وأم عشرين، والديسة الرمليّ الكوارتزي الأبيض، وأم سحم الرمليّ الكوارتزي.
سمك هذا الخزان ١٠٠٠متر تقريباً . يعلوه تكوينات مجموعة الخريم التي يغلب عليها الغضار والصخور الطينية باستثناء القنوات الرمليّةفي تكوين دبيدب، ومن ثم فمجموعة خريم مانعة للمياه وحاصرة لخزان الديسة.

مياه حوض الديسة مياه أحفورية عمرها قد يصل إلى ٣٥٠٠٠ سنة ، غير أن هناك أدلة قوية تشير إلى أن قدرا مهماً من المياه العذبة أو الأمطار قد غذت هذا الحوض قبل قرابة ١٠٠ألف

سنة. ويبلغ معامل النفوذية الاقليمي للحوض هو ٠,٦ - ١,٠م/ اليوم أفقياً وعمودياً. متوسط معامل التخزين الاقليمي ٠,٠٠٠٦%. ويمكن ضخ ١١٠ مليون متر مكعب سنوياً لمدة مائة عام. (عابد، ٢٠٠٠)

خزان خريم

الأصل في هذه المجموعة أنها ليست خزاناً بل مانعة للمياه وحاصرة لخزان الديسة. غير أن في المجموعة عدسات رملية من تكوين دبيدب يمكن أن تجمع المياه وتشكل خزاناً جوفياً مغلقاً، الا أن سمكها قليل إذا ما قيس بسمك المجموعة ككل، وبما ان هذه العدسات محصورة من فوقها ومن أسفل بالغضار فإنه يتوقع أن تكون مياهها ليست من نوعية مياه الديسة.

خزان الكرنب

نسبة إلى تكوين الكرنب الرمليّ، ويعد امتداداً لخزان الديسي ولكن لوجود مجموعة الخريم الغضارية أسفل تكوينات الكرنب عملت على فصل خزان الكرنب عن الديسي، غير أن الخصائص الهيدروليكية لكلا الخزانين نفسها إلى حد كبير.

خزانات الرواهص من أواخر السينوزوي

تتوجد هذه الروسوبيات في وادي عربة وهي تشكل خزاناً جوفياً ضحلاً ، تحمل كمية جيدة من المياه الجوفية المتجددة، بالرغم من صغر الكمية مقارنة بالخزانات الأخرى حيث يوجد نحو ٣٠مليون متر مكعب من المياه المتجددة في خزان وادي عربة. وتأتي هذه المياه من السيول وقت الفيضان أو من انسياب مياه الخزانات الأخرى إليها (عابد، ٢٠٠٠).

خصائص التربة وتوزيعها

اعتمدت دراسة التربة في منطقة الدراسة على جمع المعلومات الخاصة بأنواع الترب السائدة، كما اعتمدت على دراسات وتقارير المشروع الوطني لخريطة التربة واستعمالات الأراضي لعام ١٩٩٣، والمعدة من قبل وزارة الزراعة الأردنية بالتعاون مع شركة هنتج للخدمات الفنية المحدودة، ومركز مسح التربة، وبحوث الأراضي البريطانيّ. واعتمد النظام الأمريكيّ في تصنيف التربة (USDA Soil Taxonomy) الذي يقوم في الأساس على نظام الآفاق، إذ بني هذا النظام على أساس هرمي متعدد المستويات تبدأ بالرتبة (Orders) وتحت الرتبة (Sub-orders) والعائلة (Family) والسلسلة (Series)، ثم الأنواع (Types) والمراحل (Phases). ويقتصر اعتماد هذه الدراسة حتى مستوى تحت المجاميع، نظراً لما تتطلبه المستويات الأخرى من دراسات تفصيلية دقيقة (FAO, ١٩٧٩).

تتبع التربة السائدة في منطقة الدراسة رتبتين (شكل٢٣ وجدول ١٣) هما:

أولا ترب المناطق الجافة Aridsols

١. التربة الكلسية الجافة

تمتاز هذه الترب بوجود أفق كلسي ضمن المتر الأول من قطاع التربة ، وتسود هذه الترب في معظم المناطق ذات النظام الرطوبي الجاف في الهضبة الأردنية الوسطى. وتظهر كربونات الكالسيوم بالترب الكلسية بنسب وبأشكال مختلفة وبدرجات متفاوتة ضمن الأفق الكلسي المميز لهذه الترب.

وتتميز هذه الترب بارتفاع نسبة السلت إلى أكثر من ٥٠%، كما تتميز بقوام متوسط هيكلي، وتغطي هذه التربة نحو ١٨٠٠كم٢، أي ما يعادل ٢٦,٦٧% من منطقة الدراسة.

جدول (١٣) خصائص التربة في منطقة الدراسة *

ر.م	نوع التربة	الرمل (%)	الطين (%)	السلت (%)	القوام	المساحة (كم٢)
١	الترب الحصوية الصحراوية	٥١.٢	١٥.٥	٣٣.٣	رملي هيكلي	٩٢٥
٢	الترب الكلسية الجافة	٣٦.١	١١.٥	٥٢.٤	متوسط هيكلي	١٨٠٠
٣	الترب الصحراوية الرمليّة	٨٣.١	٩.٦	٧.٣	رملي	٢٤٠٠
٤	الترب الكامبية الجافة	١٧.١	٢٣.٩	٥٨.٨	متوسط هيكلي	٢٧٥
٥	الترب الصحراوية الضحلة	٧٩.٩	٥.٨	١٣.٣	رملي	٧٦٠
٦	الترب الكلسية الضحلة	١٧.٥	٣٨.٢	٥٠.٣	رملي هيكلي	٥٨٩

أعداد الباحثة : بالاعتماد على المشروع الوطني للتربة

التربة الكامبية الجافة

تمتاز هذه الترب بوجود أفق تشخيصي من نوع Cambic Horizon، الذي يتميز بدرجة تطور قليلة، وتتواجد هذه الترب في الغالب مصاحبة للترب الكلسيّة والجبسيّة الرسوبيّة والترب الفتية، وهي متطورة على مواد أصل متنوعة، قوامها السائد يتراوح بين متوسط ناعم إلى سلتي

ناعم، تواجدها يغلب في نهاية المنحدرات وفي بطون الأودية وفي الترسبات الحديثة، فتواجدها في هذه المناطق يعكس حداثة مواد الأصل المتطورة بها كذلك تدني عمليات الغسيل من خلال القوام الناعم. وتغطي هذه التربة ٢٧٥كم[٢]، أي ما يعادل ٤,٠٧% من مساحة الدراسة.

ثانياً رتبة الترب الفتية الحديثة Entisols ويتبعها الترب الآتية:

التربة االصحراوية الرمليّةTypic Torripsmments

تحتوى هذه التربة على نسبة عالية من الرمل في المتر الأول من قطاع التربة، حيث تصل نسبة الرمل إلى ٨٣%، وتشغل مساحة تقدر ٢٤٠٠ كلم[٢] من منطقة الدراسة، وتنتشر في مناطق الكثبان الرمليّة، والسهول الرملية، وتمتاز بمحتوى متوسط من الكلس ، وتنخفض بها نسبة المادة العضوية. وهذه التربة أكثر تعرضاً للتعرية الريحيّة، ولبنائها الضعيف، وقلة الغطاء النباتي.

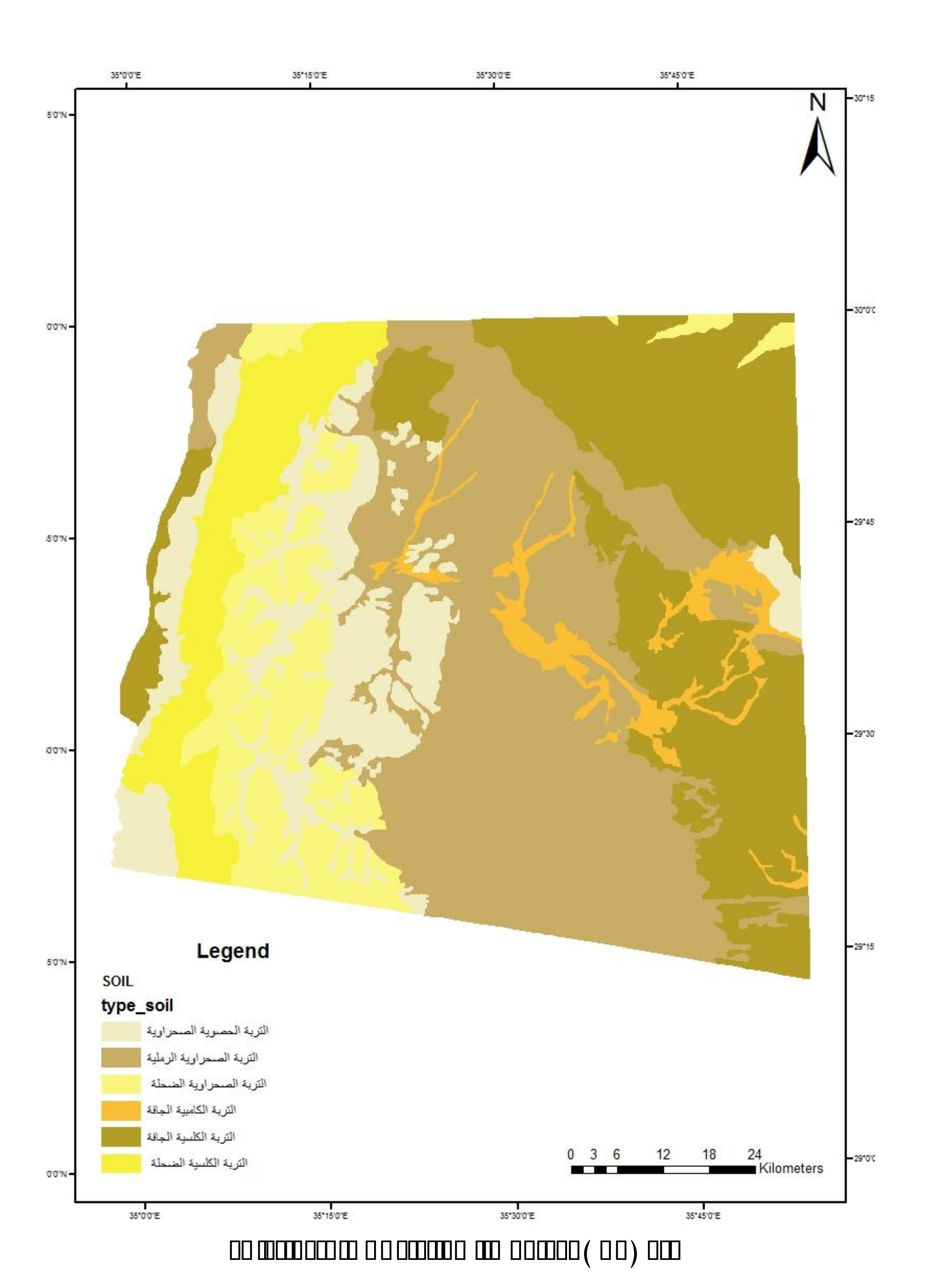
التربة الحصوية الصحراوية

وهي تربة تطورت بمحاذاة التكوينات الرمليّة، المختلطة بالطين الرسوبي، وهي عميقة ذات طبقة سطحية تعلوها الحجارة والحصى بنسبة ٢٥% تليها طبقة رملية القوام، ضعيفة البناء.

تتميز هذه الترب بلون بني داكن، وفي الطبقات السفلى بني باهت، وقوامها متدرج من رملي ناعم إلى حصوي رملي، وقدرتها على الاحتفاظ بالرطوبة قليل إلى متوسطة. وتشغل مساحة تقدر بنحو ٩٢٥كلم[٢] من منطقة الدراسة

التربة الرمليّة الجافة الضحلة Lithic Torripsamments

هذه التربة تشبه التربة الرمليّة الجافة العميقة، وتختلف عنها في العمق، حيث يصل عمقها إلى ما دون ٥٠ سم يليها صخر الأم (الحجر الرمليّ) المتطورة عنه هذه التربة، وتختلف أيضاً في أماكن تواجدها، حيث تنتشر على قمم المرتفعات، والمنحدرات العالية، والمتوسطة، ومن خصائصها أنها ضحلة القطاع في أغلب الأحيان وتكون مصاحبة للصخور الرمليّة، وتشغل مساحة تقدر بنحو ٧٦٠كلم[٢].



[illegible]

اعداد الباحثة بالاعتماد على خريطة التربة مقياس ١:٢٥٠,٠٠٠ لوحة معان

النبات الطبيعي

تختلف خصائص الغطاء النباتي باختلاف العوامل البيئية المؤثرة فيه، كما تختلف إنتاجية النباتات ونوعيتها تبعاً لعدة عوامل أهمها كميّة الأمطار، وخصائص التربة، وبما أن منطقة الدراسة من المناطق الجافة، فإن تغطية وكثافة النباتات منخفضة، كما تظهر النباتات في بعض المناطق بصورة مبعثرة، وتخلو معظم منطقة الدراسة من النباتات. وتظهر بعض النباتات في مجاري الأودية والمسيلات المائية، وحضيض المنحدرات، إذ تصل إليها كميات إضافية من الأمطار بفعل الجريان. ويمكن حصر أهم المجاميع النباتية التي تظهر في منطقة الدراسة فيما يلي:

١. الغضا في مناطق الكثبان الرمليّة، والسهول الرمليّة، ويصاحبه بعض الأنواع كالرمث والمرار وبشكل جزئي القطف.

٢. نباتات متفرقة وأعشاب تتألف من الشنان والسلة وتتواجد على المناطق الرمليّة المرتفعة الهامشية القريبة من راس النقب.

٣. بعض أشجار الأكاسيا التي تتركز في رسوبيات المنحدرات السفلية، حيث تستقبل مياه المناطق الأعلى. الأصناف الموجودة هي الحرز مع الشنان والنبق والفراش يتخللها بعض الأعشاب مثل أبو ركبة أو الشبط.

٤. في الرواسب المروحية يتواجد غطاء خفيف من الأعشاب والشجيرات مثل الشنان.

٥. في رواسب وادي اليتم التي تتكون من الزلط والحجارة. يتواجد غطاء متناثر من أصناف العلندر العلقي، وأبو ركبة وغيرها.

أما رواسب الحجارة الشديدة الانحدار والصخور فنباتاتها قليلة جداً. كذلك مساحات كبيرة شبه مستوية من القويرة حتى المدورة. مع أن الغطاء النباتي يقتصر على الأودية والسهول الرمليّة التي تستقبل أمطار المناطق المحيطة بها فأنها تشكل مصدراً لا يستهان به للرعي.

الفصل الثالث

تقييم الموارد الطبيعية

- التربة والغطاء النباتي

مؤشر تراجع الغطاء النباتي

دليل الاختلافات الخضرية الطبيعي (NDVI)

الدليل النباتي المعدل (SAVI)

مؤشر تراجع المادة العضوية في التربة (Chroma)

دليل ملوحة التربة (SBI)

- الموارد المعدنية

- الموارد السياحية

تتكامل دراسة الأراضي في المناطق الجافة باستخدام الأدلة اللونية لسطح التربة والأدلة النباتيّة، فهناك العديد من المؤشرات التي تستخدم لتقييم تدهور الأراضي ومنها :

- مؤشر دليل الاختلافات الخضريّة.
- مؤشر الدليل النباتيّ المعدل.
- مؤشر تراجع محتوى التربة من المادة العضوية.
- مؤشر تزايد ملوحة التربة .

وبالتالي يمكن التعبير عن تدهور الغطاء الأرضي في منطقة الدراسة بدلالة البيانات الرقمية للقمر الصناعي Landsat –TM من خلال المعاملات السالف ذكرها والتي ستتناولها الدراسة على النحو الآتي:

تقييم الغطاء النباتي

يعد الغطاء النباتي أحد الموارد الأرضيّة، ويتمثل في المراعي وبعض الزراعات التي تنتشر في منطقة الدراسة وتم تقييم هذا المورد بتطبيق المؤشرات الآتية:

دليل الاختلافات الخضرية الطبيعي (NDVI)

Normalized Differences Vegetation Index

للتعرف على نسبة التغطية النباتية تم تطبيق دليل الاختلافات الخضرية الطبيعي NDVI الذي يأخذ الصيغة الآتية:

$$NDVI = (NIR-R)/(NIR+R)$$ (Tucker, ١٩٩٨)

حيث إن :

NIR = الأشعة تحت الحمراء

R = الأشعة الحمراء

باستخدام مرئيات Landsat –TM فأن المعادلة تكون على الضيغة التالية:

NDVI= (B٤-B#) / (B٤+b٣)

وتبرز أهمية هذا المعامل في معرفة المناطق الخضراء وتصنيفها، وتحديد التغيرات التي طرأت على الغطاء النباتي من خلال مقارنة المرئيات الفضائية لفترات مختلفة، وكذلك معرفة الخلل في استغلال الأراضي الرعوية، وبالتالي مدي تطور مساحتها أو تراجعها، أو حتى ثباتها. كما يمكن مراقبة المحاصيل وتشخيص حالة مرضية أصابة المحصول من عدمه|، وبالتالي تحديد منطقة الأصابة وحصرها، ومكافحتها، والحد من أنتشارها إلى مناطق جديدة.

بالاعتماد على مرئيات Landsat –TM لسنتي ١٩٨٧ ـ ٢٠٠٥ لمنطقة الدراسة تم تقييم حالة الغطاء النباتي والمراعي الطبيعيّة من خلال تصنيف قيم الدليل إلى خمس فئات تشير إلى مدى كثافة الغطاء النباتي، ونسبة التغطية، وحالة المراعي كما موضح في الجدول (١٤) .

جدول (١٤) تصنيف حالة النبات الطبيعي والمراعي اعتماداً على قيم NDVI (شلال ١٩٩٢)

مدى قيم (NDVI)	نسبة التغطية النباتية (%)	كثافة الغطاء النباتي	حالة المراعي
قيم سالبة	٠ ـ ٢٠	قليلة جداً	متدهور جداً
أقل من الصفر ـ ٠,١٩	٢١ ـ ٤٠	قليلة	ضعيف
٠,٢٠ ـ ٠,٤٩	٤١ ـ ٦٠	متوسطة	معتدل
٠,٥٠ ـ ٠,٧٩	٦١ ـ ٨٠	جيدة الكثافة	جيدة
٠,٨٠ ـ ١,٠	أكثر من ٨٠	كثيفة جداً	ممتاز

من خلال الجدول (١٥) والشكل (٢١) الذي يوضح تصنيف الغطاء النباتي إلى فئات. نلاحظ أن المناطق الخالية أو قليلة الغطاء النباتي تشكل اكثر من ٩٩% من منطقة الدراسة بينما تشكل باقي الأراضي أقل من ١% من مساحة منطقة الدراسة.

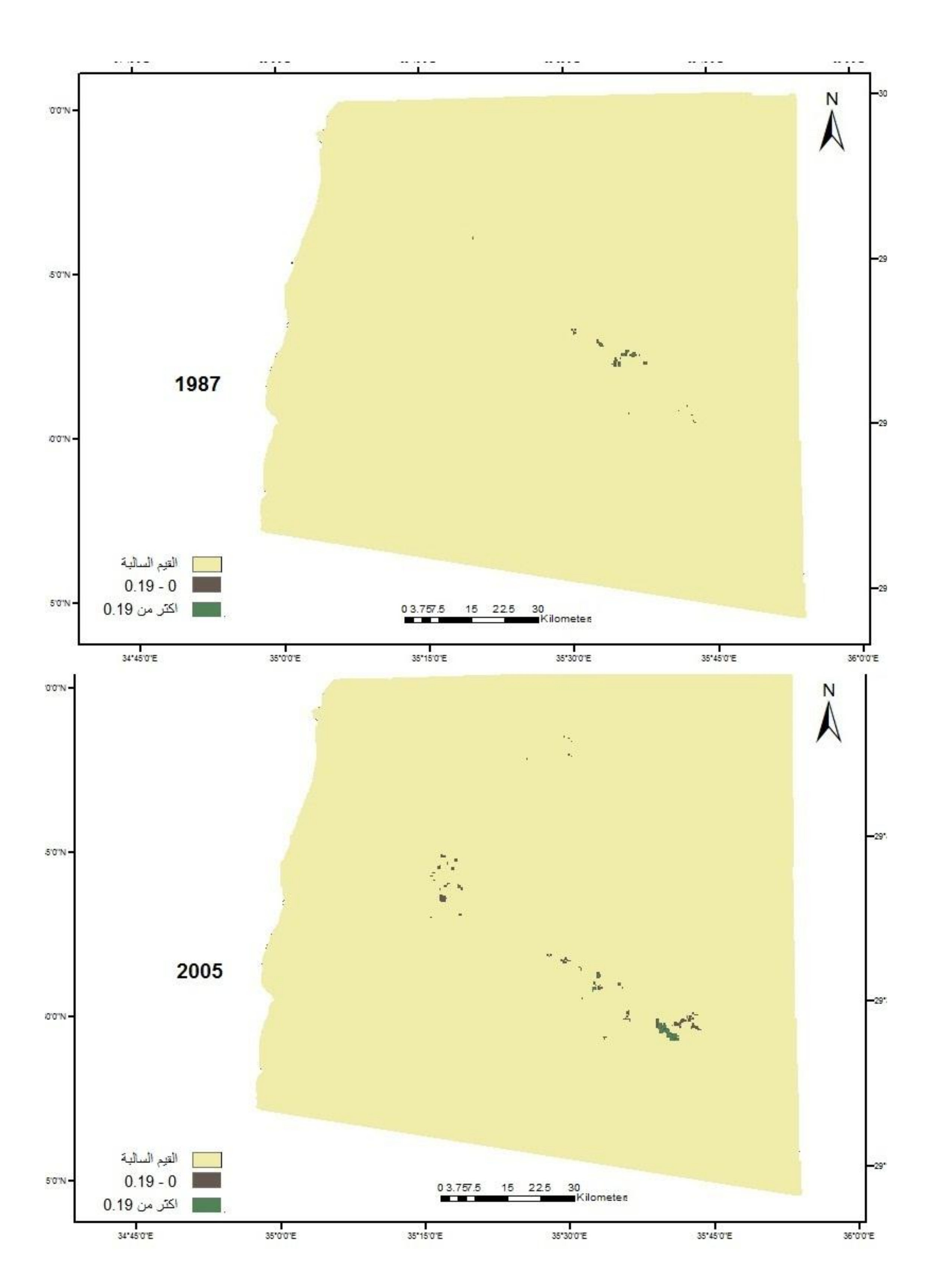
ثبات مساحة قليلة إلى متوسطة الكثافة فيما بين المرئيتين فهي تشغل مساحة ٤,٠٤كم[٢] في كلا المرئيتين، وقد ظهرت في مرئية ٢٠٠٥ بعض الأراضي الزراعية التي تتميز بكثافة جيدة إلى عالية وتتمثل هذه الأراضي في المشاريع الزراعيّة في الجزء الجنوبي الشرقي في منطقة الدراسة بالإضافة إلى بعض الحدائق عند مدينة العقبة، وتشغل هذه الأراضي تقدر بنحو ٨,٧٨كم[٢] أي ما يعادل ٠,١٣% من منطقة الدراسة .

من خلال الملاحظة الميدانيّة يمكن القول بوجود علاقة طردية بين النتائج التي تم التوصل إليها وكثافة الغطاء النباتي في منطقة الدراسة، حيث تعاني من قلة الغطاء النباتي. ويعود ذلك إلى الظروف المناخية السائدة المتمثلة في ارتفاع درجات الحرارة، وانخفاض كمية الأمطار، بالإضافة إلى فقر التربة.

جدول (١٥) مساحة ونسبة الأراضي وفق دليل NDVI*

نسبة التغطية	مرئية ١٩٨٧		مرئية ٢٠٠٥	
	المساحة (كم[٢])	النسبة (%)	المساحة (كم[٢])	النسبة (%)
القيم السالبة	٦٧٤٤.٩٦	٩٩.٩٤	٦٧٣٦.١٨	٩٩.٨١
٠ – ٠,١٩	٢.٠٢	٠.٠٣	٢.٠٢	٠.٠٣
٠,٢٠ – ٠,٤٩	٢.٠٢	٠.٠٣	٢.٠٢	٠.٠٣
٠,٥٠ – ٠,٧٩	-	-	٢.٠٢	٠.٠٣
٠,٨٠ – ١	-	-	٦.٧٦	٠.١٠

أعداد الباحثة بالاعتماد مرئيات landsat



شكل (٢١) كثافة الغطاء النباتي باستخدام معامل NDVI

الدليل النباتي المعدل (SAVI)

Soil Adjusted Vegetation Index

يعمل هذا الدليل على حساب الاختلافات النباتية مضافاً إليه انعكاسية التربة في منطقة معينة؛ أي أن جزءاً من الأشعة يرتد من ورقة النبات، والجزء الاخر من التربة ويستخدم هذا المعامل في المناطق الجافة وشبه الجافة. ويحسب الدليل النباتي المعل للتربة حسب المعادلة الآتية:-

SAVI = (NIR-R)/(NIR+R+L)*(١+L)   (Huete, ١٩٨٨)

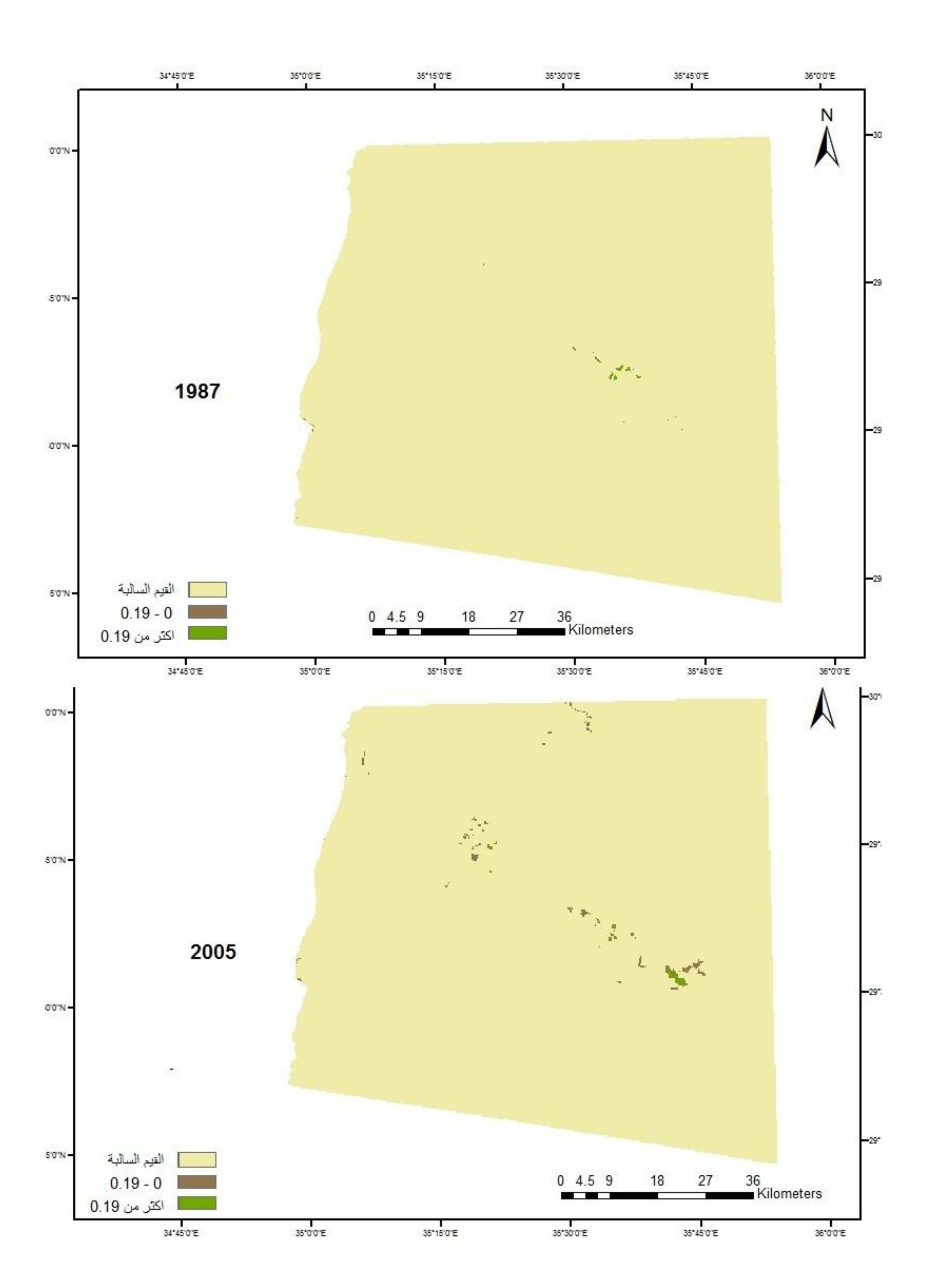
حيث L يعرف بمعامل المعايرة Adjusted Factor ويعادل (٠,٥)

وطبق هذا المؤشر على منطقة الدراسة باستخدام مرئيات فضائية لكل من عام ١٩٨٧ و ٢٠٠٥، وقد أوضحت النتائج تزايد نسبي في كثافة الغطاء النباتي في مرئيات ٢٠٠٥ كما يوضح الشكل (٢٢) والجدول (١٦).

وبمقارنة قيم هذا المعامل بمعامل NDVI نلاحظ أن قيم SAVI هي الأعلى ويعود السبب في ذلك إلى حساب انعكاسية التربة بالإضافة إلى انعكاسيّة الغطاء النباتيّ.

جدول (١٦) كثافة الغطاء النباتي باستخدام معامل SAVI

نسبة التغطية	مرئية ١٩٨٧		مرئية٢٠٠٥	
	المساحة (كم٢)	النسبة (%)	المساحة (كم٢)	النسبة (%)
القيم السالبة	٦٧٤٥,٠٢	٩٩,٩٤١	٦٧٣٦,٣٨	٩٩,٨١٣
٠ ـ ٠,١٩	١,٥٥	٠,٠٢٣	١,٤٨	٠,٠٢٢
٠,٢٠ ـ ٠,٤٩	١,٦٩	٠,٠٢٥	٩,٠٤	٠,١٣٤
٠,٥٠ ـ ٠,٧٩	٠,٧٤	٠,٠١١	١,٨٩	٠,٠٢٨
٠,٨٠ ـ ١	٠,٠٧	٠,٠٠١	٠,٢٠	٠,٠٠٣



شكل (٢٢) كثافة الغطاء النباتي باستخدام معامل SAVI

تقييم التربة

يمكن استخدام لون التربة للدلالة على تدهور الأراضي، وتزداد أهمية التربة في المناطق الجافة إذ تغطي النباتات الطبيعية المتفرقة مساحات صغيرة منها.

ويمكن تصنيف الحالات المختلفة للترب بواسطة مرئيات الأقمار الاصطناعيّة، بصورة مباشرة على أساس مجموعة من الألوان، فيمكن تحديد التغير النطاقي بين الترب على المرئيات الفضائية بين نطاقين متجاورين بصعوبة كبيرة، بينما تظهر الأشكال المختلفة ضمن النوع الواحد بشكل جيد وذلك بسبب تغير أشكال التضاريس، وتنوع الرطوبة واختلاف درجة الملوحة في الأرض وغير ذلك من الاختلافات (طربوش، ١٩٨٨).

وأوضحت الدراسات المختلفة أن قيم البيانات الرقمية للأشعة المنعكسة تختلف للنقطة الأرضـ ية نفسها تبعاً لطوال الموجات التي يتم التقاط هذه البيانات خلالها؛ أي أن مواد التربة تعطي انعكاساً عالياً خلال إحدى القنوات وتنخفض انعكاساتها نسبياً خلال قنوات أخرى، ومجمل هذه الاختلافات هو الذي يعرف بالسلوك الطيفي لمواد التربة (عبد الهادي، ٢٠٠٠).

وتناولت الدراسة تقييم هذا المورد بتطبيق المؤشرات التالية:

مؤشر محتوى المادة العضوية في التربة Coloration Index

الكروما هو تركز اللون في التربة، ويمثل انعكاس لتوفر المادة العضوية فيها لكل من الطيفين الأحمر والأخضر، ويتأثر هذا العامل بامتصاص أكاسيد الحديد، وقد وضح منسل أن الكروما يبين صافي الأشعة والتي تظهر باللون الرمادي ويحسب هذا المعامل وفق المعادلة الآتية:-

Chroma(C١)=(TM٣-TM٢)/(TM٣+TM٢)(Mougemeout& Callieau,١٩٩٦)

حيث أن TM١ تمثل الطيف الأزرق ونطاقها ٠,٤٥ – ٠,٥٢ ميكرومتر

TM٢ تمثل الطيف الأخضر ونطاقها ٠,٥٢- ٠,٦٠ ميكرومتر

TM٣ تمثل الطيف الأحمر ونطاقها ٠,٦٣- ٠,٦٩ ميكرومتر

من خلال تطبيق هذا المعامل على منطقة الدراسة وباستخدام مرئيتي Landsat_TM للسنوات ١٩٨٧ و ٢٠٠٥ واستخدام كل من الطيف الأحمر والأخضر. ومن خلال الشكل (٢٣) الجدول (١٧) اللذين يوضحان نتائج تطبيق هذا المعامل على منطقة الدراسة نلاحظ أن المناطق التي تشتمل على تربة تحتوي على نسبة من المادة العضوية تبلغ نحو ١٥% من منطقة الدراسة. مما يؤكد أمكانية استغلال هذه الأراضي للزراعة إذ توفرت المياه الأزمة.

جدول (١٧) محتوى المادة العضوية في منطقة الدراسة باستخدام معامل Chroma

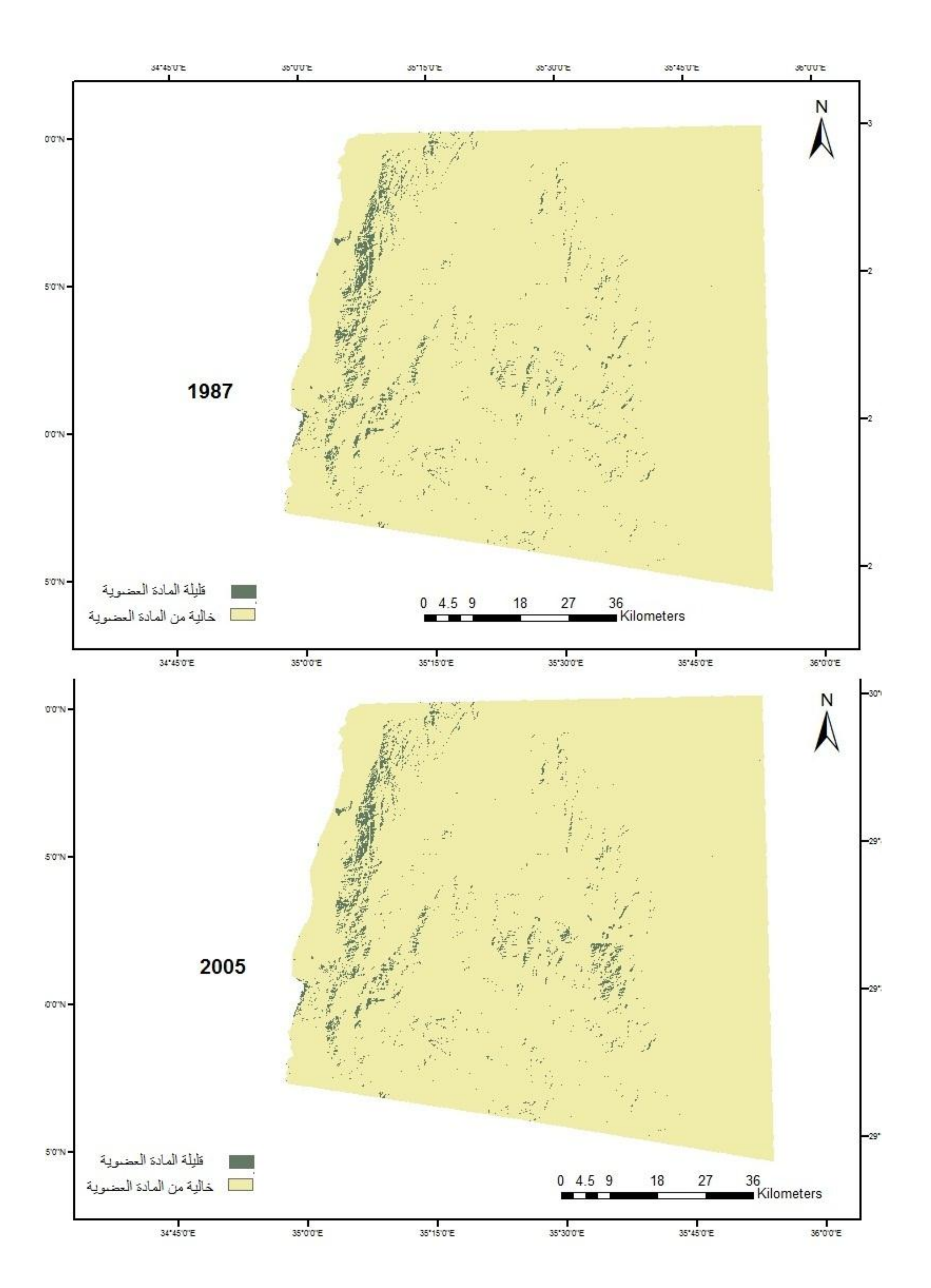
محتوى المادة العضوية	مرئية ١٩٨٧		مرئية ٢٠٠٥	
	المساحة (كم٢)	النسبة (%)	المساحة (كم٢)	النسبة (%)
قليلة المادة العضوية	١٠٣١,٩٢	١٥,٢٩	١٠٣٦,٦٤	١٥,٣٦
لا توجد مادة عضوية	٥٧١٧,٠٨	٨٤,٧١	٥٧٠٥,٣٦	٨٤,٦٤

وبمقارنة نتائج هذا المعامل بمعامل الاختلاف الخضري الطبيعي، والدليل النباتي المعدل نجد أن الأراضي المستغلة زراعياً منطقة الدراسة، تشكل نسبة صغيرة جداً مقارنة بالأراضي القابلة للزراعة.

مؤشر ملوحة التربة Soil Brightness Index (SBI)

يعرف هذا المؤشر بدليل القنوات، وكذلك يعرف بالفاليو (Value) وقد عرفه منسل بأنه المعامل الذي يمكن من خلاله تحديد الألوان الفاتحة من الألوان المعتمة، وهو محور محايد يشير إلى المستوى الرمادي للون اليتراو بين الأبيض والأسود (Rolf & Kuehni, ١٩٩٧)

وتعد ملوحة التربة أحد تطبيقات الاستشعار عن بعد وفي دراسة تدهور الأراضي تعد دراسة ملوحة التربة ضروريّة لتحديد المناطق التي تعاني من فقر مواردها، وعند زيادة نسبة الأملاح في التربة تزداد تبعاً لذلك شدة السطوع لهذه التربة. وقد حدد (Casask, ١٩٩٦) (غيث،٢٠١٠) أبعاد مشكلة التملح من خلال الأستشعار عن بعد على النحو الآتي:



شكل (٢٣) محتوى المادة العضوية في منطقة الدراسة باستخدام معامل Chroma

١. تحديد المناطق المتأثرة بالأملاح وتوزيعها.
٢. قياس التدهور بالأراضي ودرجة التأثر بالأملاح.
٣. تقدير تطور ظاهرة الملوحة تبعاً للتقدم في الزمن.
٤. تحديد المناطق التي لم تتأثر بالتملح ولكنها تمثل مناطق قد تعاني من اخطار التملح مستقبلاً.

ويحسب مؤشر ملوحة التربة وفق المعادلة الآتية :_

$$SBI=((TM١)^{٢}+ (TM٢)^{٢}+(TM٣)^{٢}+(TM٤)^{٢}+(TM٥)^{٢}+TM٧)^{٢})^{١/٢}/٦$$

من خلال تطبيق هذا المعامل تبين أن الأراضي في منطقة الدراسة وضمن المرئيات المستخدمة للأعوام ١٩٨٧ و ٢٠٠٥ تعاني من التملح (شكل ٢٤).

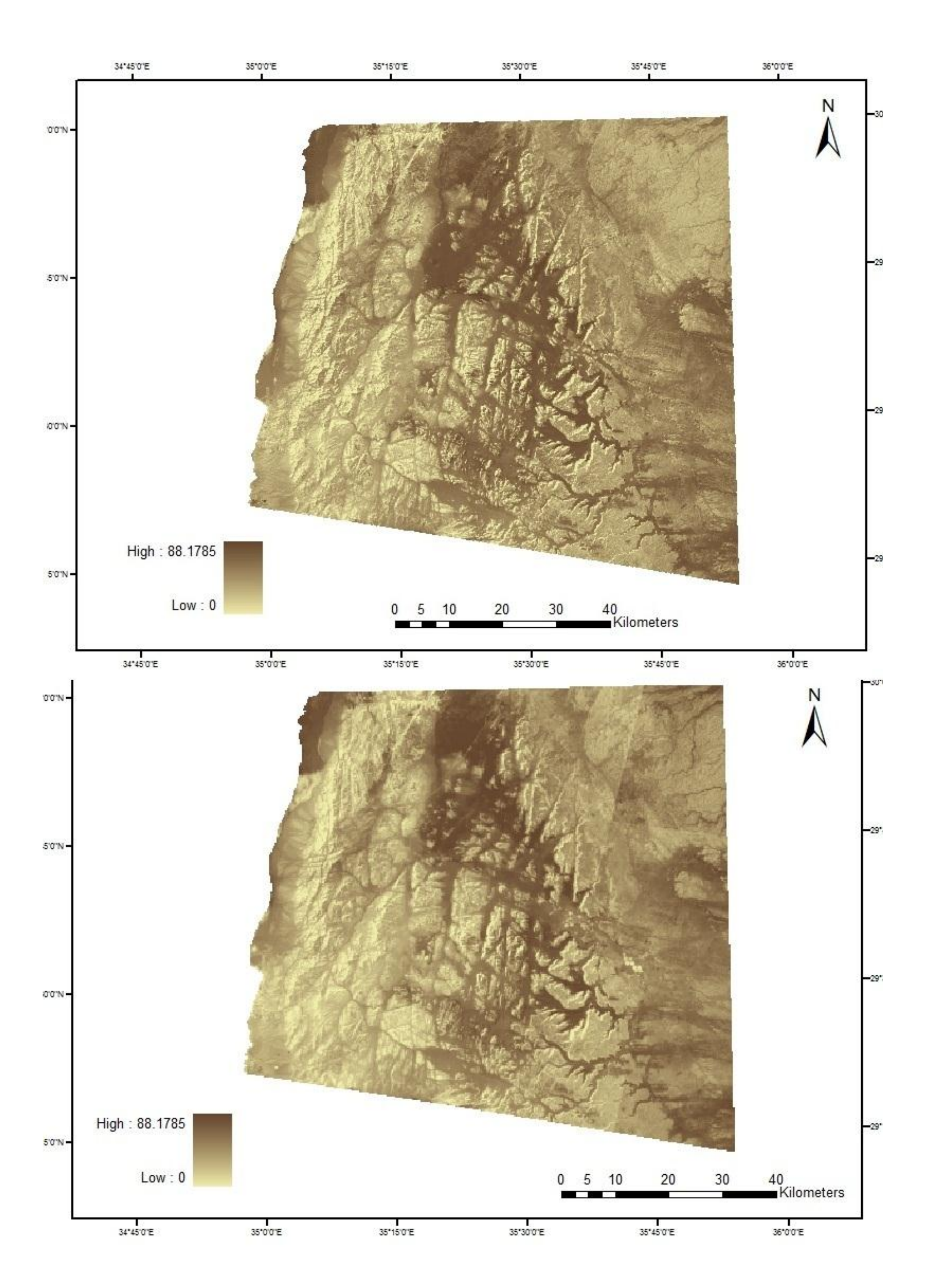
من خلال تطبيق المعاملات السابقة يتضح ان منطقة الدراسة تعاني من ضعف في التغطية النباتية والذي يمكن إرجاعه إلى ما تعانيه التربة من فقر في المادة العضوية وتملح وانخفاض في المحتوى الرطوبي، الذي يعود في مجمله إلى الظروف المناخية التي تسودها من ارتفاع درجات الحرارة وقلة التساقط.

ـ الموارد المعدنية

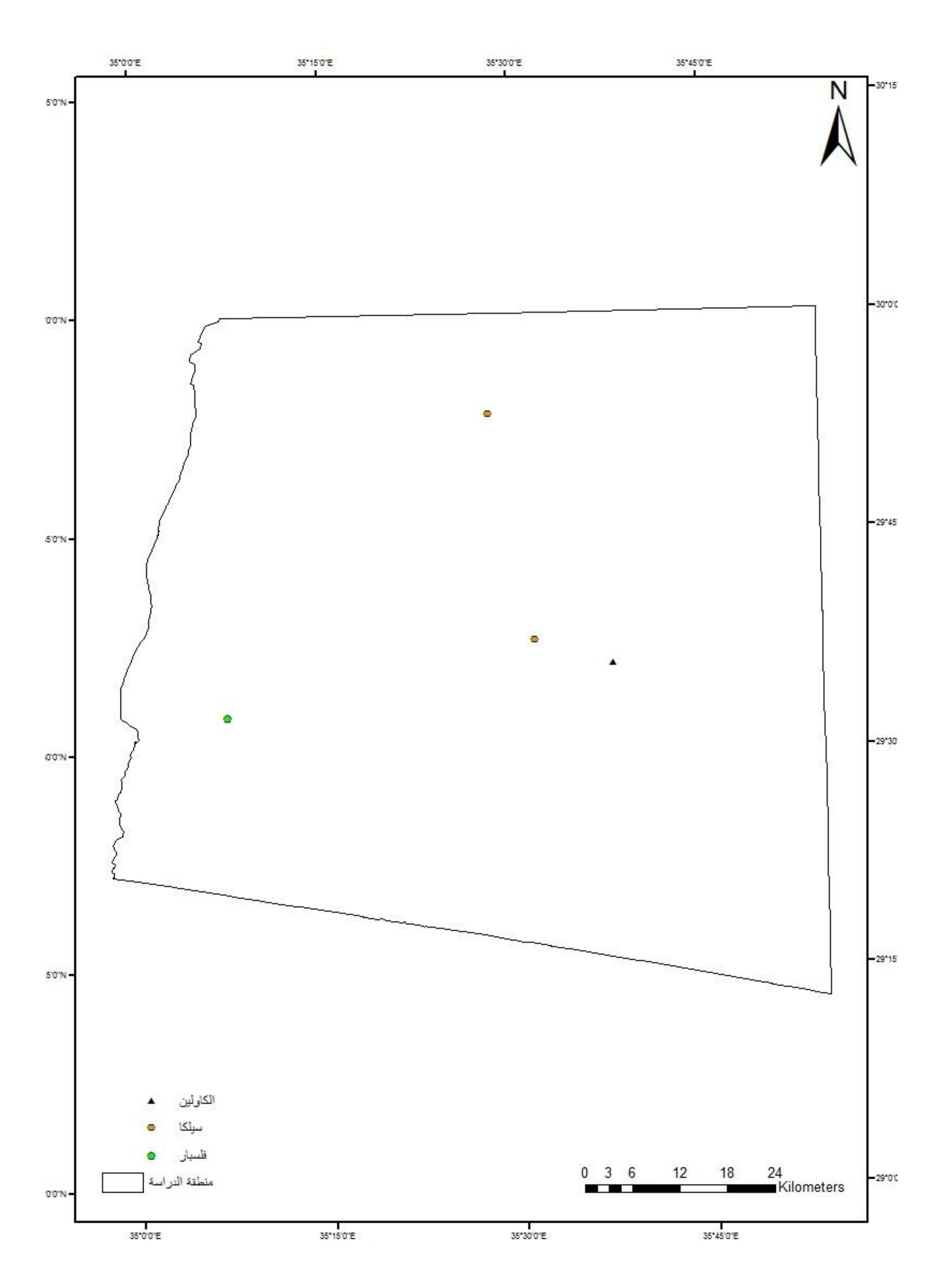
تعد الموارد المعدنيّة بصفة عامة هي عصب الحياة ومن أساسيات العصر الصناعي الحالي فقد أسهمت ومازال إلى حد كبير في تطور الحضارة الإنسانيّة حتى وصلت إلى الصورة التي نشهدها اليوم**.** وتزخر منطقة الدراسة ببعض المعادن التي تضم المعادن الآتية :ـ (شكل ٢٥)

رمال السيلكا

هي صخور رملية بيضاء نقية تحتوي على نسبة عالية من السليكا تتكون بشكل رئيس من حبيبات معدن الكوارتز، وتحتوي على كمية قليلة من الشوائب والمعادن الثقيلة، أما مصطلح الرمل الزجاجي فيطلق على رمال السليكا (الكوارتز) التي لها مواصفات فيزيائية وكيميائية تتناسب مع صناعة الزجاج مثلاً حجم الحبيبات الذي يتراوح غالباً ما بين ١٠٠ – ٥٠٠ ميكرون



شكل (٢٤) مؤشر تملح التربة في منطقة الدراسة بتطبيق معامل SBI



شكل (٢٥) الموارد المعدية في منطقة الدراسة

ونسبة أكاسيد الحديد (Fe_2O_3) تقل عن ٠,٠٥%. . وتستخدم في صناعة الأواني الزجاجية، وزجاج الكريستال، والألواح الزجاجية، والألياف الزجاجية، وزجاج البصريات وقوالب السباكة

وتتواجد في منطقة رأس النقب، ومنطقة قاع الديسي، ومنطقة الجيشية التي تقع على بعد ٦كم إلى الشرق من ميناء العقبة.

الفلسبار

يتكون معدن الفلدسبار من سيليكات الألمنيوم البوتاسية والصودية والكلسية كمكون أساسي لصخور الجرانيت. ويدخل الفلدسبار في العديد من الصناعات من أهمها صناعة الزجاج، والخزف، والمطاط، وصناعة حشوات الاسنان. ويتواجد ضمن صخور القاعدة كمعدن من معادن الجرانيت ويتكشف الجرانيت المكسر بفعل الحركات التكتونية، والصالح لإنتاج الفلدسبار قرب منطقة العقبة ويستغل من قبل بعض الشركات الخاصة.

الكاؤلين

يطلق على مجموعة كبيرة من المعادن الصفائحية المكونة أصلا من سيليكات الألمنيوم ، ويستخدم في صناعة السيراميك، والإسمنت ومواد مالئة لصناعة الورق والدهانات. وتتكشف رسوبيات الكاولين في ثلاثة مواقع رئيسة هي بطن الغول، والمدورة، والحصوة.

الموارد السياحية

تحظى السياحة في الوقت الحاضر باهتمام كبير من قبل العديد من دول العالم المتقدمة والنامية، فهي تمثل مورداً اقتصادياً مهماً وأساسياً للدول، وبخاصة التي تتميز بمحدودية الوارد، فالسياحة ليست هدفاً بل وسيلة للمساهمة في التنمية الوطنية الشاملة، وهي بطبيعتها صناعة معقدة، متعددة الأطراف ومترابطة الجوانب، فلم يعد ينظر إليها على أساس أنها من القطاعات الثانوية في اقتصاديات الدول لما لها من أهمية في المساهمة في الناتج المحلي الاجمالي. وتضم منطقة الدراسة المناطق السياحية الآتية:

العقبة

أشارت الدراسات التي تناولت تاريخ مدينة العقبة إلى أن المدينة قد عرفت خلال الفترات التاريخية المختلفة بأسماء متعددة مثل إيلات، وأيلون، آيلة، وعقبة إيلة وكل منها يرتبط بفترة تاريخية معينة.

وتتميز العقبة بالعديد من المقومات السياحية التي تؤهلها لتكون واحدة من أهم المدن السياحية العربيّة العالميّة، وتلعب الظروف الطبيعية دوراً بارزاً ومهماً في استقطاب السياح، فمناخ العقبة معتدل قليل الأمطار شتاء، حار جاف صيفاً مما جعلها هدفاً مثالياً للباحثين عن الشمس والدفء.

كما تمتاز بشواطئها الجميلة إحداها شمالي ذو طبيعة رمليّة تتركز عليها النشاطات السياحية من فنادق وشواطئ خاصة للسياحة، ونواد للرياضة المائية. والآخر جنوبي شرقي ذو طبيعة صخرية تغلب عليه تجمعات الشعب المرجانية التي تشكل نقطة فريدة من حيث الموقع والأنواع الكثيرة للمرجان والأسماك والأحياء المائية الأخرى. ولذلك فهي تعد عامل جذب مهم للعديد من دارسي البيئة البحرية، وممارسي رياضة الغوص (الجمعية الملكية لحماية البيئة البحرية، نشرة البيئة ٢٠٠٥) وهناك العديد من المقومات الاثرية ومنها القلعة، ومدينة ايلة التاريخية، وتل المقص، وتل الخليفة، بالإضافة إلى قربها من وادي رم بالإضافة إلى البنية التحتية السياحية الحديثة من فنادق ومطاعم، ومحلات للتحف الشرقية، ومكاتب لتأجير السيارات، ومركز الغوص البحري، ومحطة العلوم البحرية، والعديد من المرافق السياحية الأخرى.

وادي رم

وهو واد منخفض بين جبال شاهقة في جميع الاتجاهات، ويعد جبل رم ثاني أعلى قمة في الأردن، ويبلغ ارتفاعه ١٧٥٤ متراً فوق مستوى سطح البحر.

يعتقد علماء الآثار أن منطقة رم من أوائل المناطق التي سكنها الإنسان في الأردن، فقد كشفت الحفريات في جنوب المنطقة عن وجود بقايا قرية تعود إلى ٤٥٠٠ سنة قبل الميلاد، كما تظهر بقايا هيكل صغير على تلة وسط الوادي ويعتقد انه هيكل نبطي يعود للقرن الأول قبل الميلاد (الزلابية، ١٩٩٨).

وتوجد في منطقة رم الكثير من بقايا الحضارة النبطيّة كالمعبد النبطيّ الذي يتواجد بالقرب من جبل رم، والعديد من المواقع التي استخدمت كنقاط مراقبة للقوافل التجاريّة، لحمايتها من الاعتداءات، كما توجد الكتابات النبطيّة على الصخور كما هو الحال في عين الشلالة، ووادي رابغ، حيث تتواجد النقوش وأنصاب الآلهة النبطيّة.

وقد تم إعلان منطقة وادي رم محمية في عام ١٩٩٨ وهي ذات إدارة مشتركة ما بين سلطة المنطقة الاقتصادية الخاصة في العقبة، ووزارة السياحة، والجمعية الملكية، لحماية الطبيعة؛ وذلك بهدف تحقيق إدارة متكاملة للمنطقة، حماية لها من التأثير السياحي الكبير، وضمان استدامة دورها السياحي، وتمارس عدة نشاطات سياحية في وادي رم منها تسلق الجبال، والتخييم، والسير الليلي، وسباقات التحمل، والجري (عبوي، ٢٠٠٩).

حميمة

تقع مدينة حميمة التي كانت موقع استيطان النبطيين والرومان القدماء في الهوارة شمال مدينة العقبة. وكانت حميمة منطقة تجارية صغيرة ومحطة لتقف القوافل في صحراء اودن، اسسها الملك النبطي اريتاس الثالث في الثمانينات قبل الميلاد كمركز لإقامة الأنباط الريفيين المحليين ومبيتهم. ومن خلال الإدارة الجيدة لمياه الجداول الشحيحة استطاع سكان هذه المنطقة الاستقرار معتمدين بذلك على الزراعة، وتربية المواشي، والتجارة مع القوافل المارة.

وبعد أن قام الرومان بالاستيلاء على المملكة النبطية في ١٠٦ميلادي قامت قوات تارجان ببناء قلعة كبيرة في الموقع لإدارة هذه المنطقة. وتوجد بها مواقع أثرية تمثل مختلف الحقب الزمنية والحضارات التي تعاقبت عليها منذ العصور القديمة مروراً بالعصر النبطي والروماني والبيزنطيّ وانتهاء بالعصر الاسلامي.

وقامت وزارة السياحة منذ عام ١٩٨٩ ولغاية ٢٠٠٦ بأعمال ترميم عديدة بالحميمة منها ترميم خزانات المياه النبطية، والقصر العباسي، والمسجد، والبيوت الرومانية، والكنائس البيزنطية والرومانية، التي تم اكتشاف سبع منها اثنتين منها لها أرضيات فسيفسائية تم طمرهما للحفاظ عليهما من العبث كون المنطقة مفتوحة، وترميم جزء كبير من الجدران الخارجية للمعسكر الروماني، ونفذت عدة مشروعات لتطوير الموقع وتحسينه سياحياً وادرجت ضمن خريطة المواقع السياحية (عبوي، ٢٠٠٩).

الفصل الرابع

تقييم الأخطار الطبيعيّة

- انجراف التربة
- الفيضانات الوامضة

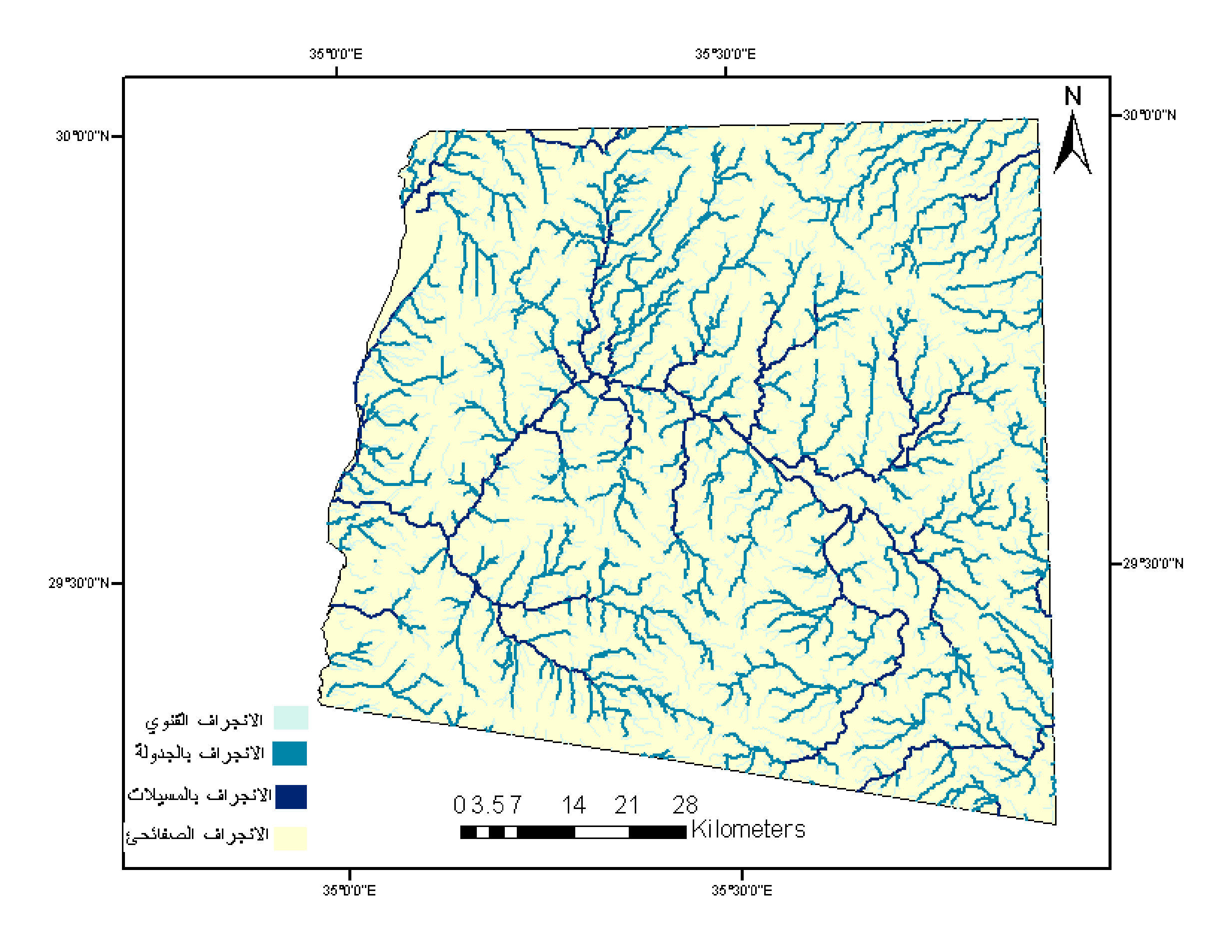
الأخطار الطبيعيّة هي الظواهر والأحداث الطبيعيّة المتطرفة التي تحدث دماراً في البيئة التحتيّة وحياة الإنسان، وسير المجتمع بأكمله. وتعد الأخطار الطبيعيّة كوارث طبيعية إذا تسببت في القضاء على حياة الإنسان وسبل العيش. وتعد الخسائر التي تتسبب فيها هذه الكوارث سواء كانت بشرية أم مادية عقبة في طريق التنمية المستدامة.

تقدير انجراف التربة

يعرف انجراف التربة أنه عملية الإزالة الجزئية أو الكلية للمواد المفككة التي تتكون منها التربة سواء أكان ذلك بواسطة الماء، أم الرياح، أم الإنسان، أم بها مجتمعة. ولكنه يحدث بشكل أساسي عن طريق تدفق المياه بسرعة كبيرة على سطح الأرض بواسطة الجريان السطحي. وتشمل ميكانيكية الانجراف على فصل جزئيات التربة ونقلها وترسيبها، وتتم عملية فصل الجزئيات بواسطة الطاقة الكامنة في المياه أو الرياح ونتيجة لهذه العملية تفقد التربة الطبقة السطحية المفتتة والمكونة من تحلل المواد الصخرية وبقايا المواد العضوية المتحللة التي قد يستغرق تكوينها آلاف السنين (FAO, ١٩٧٦).

وتتمثل الآثار السلبية لانجراف التربة في انخفاض خصوبة التربة نتيجة عملية الغسل المتكررة، وزيادة ملوحتها، مما ينتج عنه انخفاض إنتاجيتها، مما يؤثر في انخفاض الإنتاج الزراعيّ، وتراجع إنتاجية المحاصيل الزراعية.

تهدف هذه الدراسة إلى تحديد معدل فقدان التربة في منطقة الدراسة، وتحديد المناطق الأكثر خطورة لعمليات انجراف التربة. وخصوصاً الأراضي المتأثرة بالانجراف المائي. ويستدل على ذلك من خلال توفر الظروف الطبيعيّة التي تساعد على وجود أنماط معينة من انجراف التربة بفعل الماء، حيث تتبدد فقط (٣-٤%) من طاقة مياه الأمطار و (٠,٢) من طاقة قطرات المطر في الانجراف (Morgan ١٩٩٦). يتأثر نحو ٥٧,٣% من أراضي الحوض بالانجراف الغطائي sheet في الأراضي المستوية وشبه المستوية، بينما يتأثر ما نسبته ١٥,٦% من منطقة الدراسة بالانجراف بفعل المسيلات، ويحدث ذلك عندما يتحول الجريان الغطائي إلى جريان قنوي خفيف جدا في المناطق التي يزيد انحدارها عن ٨% والتي سرعان ما تتحول إلى نمط الانجراف بفعل الجدولة في المناطق ذات الانحدارات العالية، بينما يسود الانجراف القنوي في المناطق شديدة الانحدار. (شكل٢٦)



شكل (٢٦) انماط انجراف التربة فى منطقة الدراسة

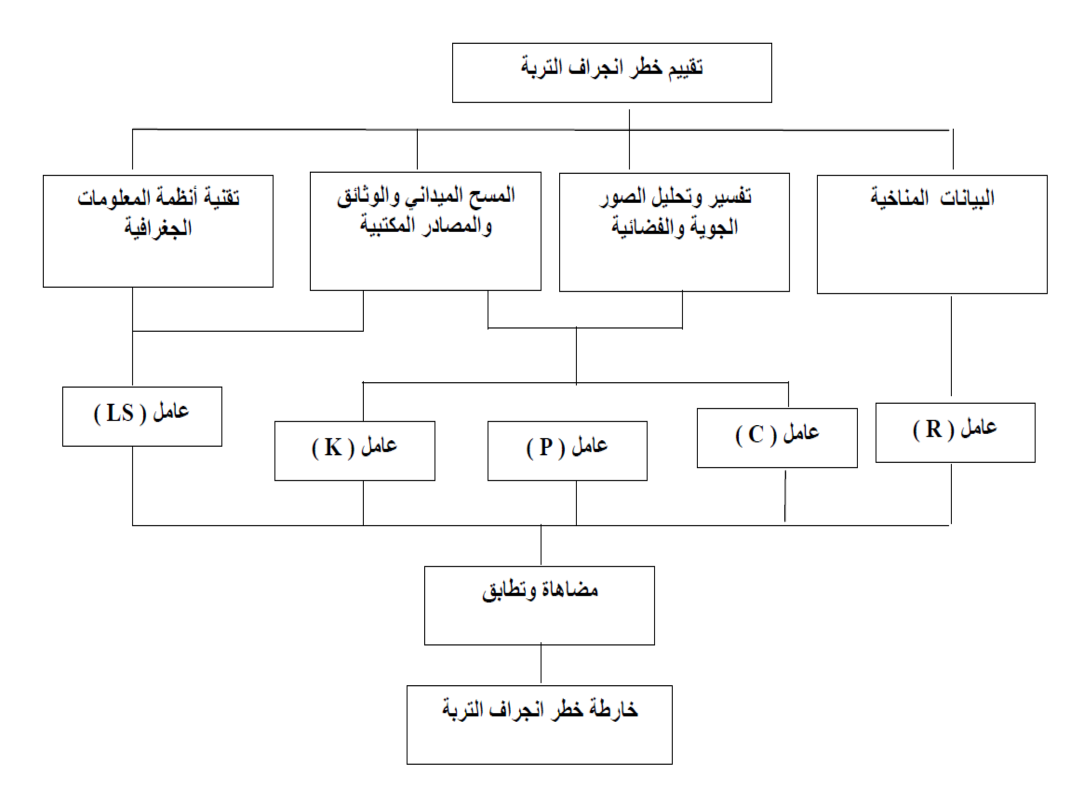
بهدف تقييم الانجراف بفعل المياه في منطقة الدراسة فقد استخدم نموذج معادلة تقدير فقدان التربة العالمي RUSLE وذلك لصعوبة قياس معدلات الانجراف ميدانياً، وذلك يعود لكبر مساحة منطقة الدراسة، ووعورة التضاريس. وقد طبقت هذه المعادلة على العديد من دول العالم ومن مختلف البيئات المناخية (Morgan ١٩٩٦) (Perlado ١٩٩٨) (Fabbri ٢٠٠١) (Najmoddini ٢٠٠٣).

وتضم المعادلة ستة متغيرات تسعى إلى وصف العناصر الرئيسة التي تساهم في عملية انجراف التربة وهي: المناخ ويعبر عنه عامل المطر من خلال شدته وكمياته، والتربة، والطبوغرافيا، واستعمالات الأراضي، والغطاء النباتي، وإجراءات الصيانة المتبعة للحد من مخاطر الانجراف. وقد اتخذت هذه المحددات النموذج الآتي (Renanad, ١٩٩٧):

$$A = R\,K\,L\,S\,C\,P$$

1. A : المعدل السنوي لفقدان التربة (طن/ هكتار/ سنة)
2. R : (Rain Fall Erosivity) عامل تعرية المطر
3. K : (Soil Erodibility) عامل قابلية التربة للتعرية
4. LS : (L: طول المنحدر , S: شدة المنحدر) عامل الطبوغرافيا
5. C : (Cover-management) عامل الغطاء النباتي
6. P : (Supporting practecis) عامل الإجراءات المحـــددة مـــن

ومن أجل حساب معادلة فقدان التربة السنويّ فقد تم تقدير هذه المحددات وتحليلها على شكل طبقات من المعلومات (Layers of information) باستخدام برنامج (Arcgis٩.٣) ويبين الشكل (٢٧) مخططاً توضيحياً يبين الطبقات المستخدمة وكيفية الوصول إلى تقدير المعدل السنوي لفقدان التربة بواسطة هذه المعادلة .



شكل (٢٧) مخطط تقديرانجراف التربة

١.عامل المناخ (المطر) R

يعد عامل الانجراف بفعل المطر مدخلاً أساسيا في عملية انجراف التربة، وقد تم تقديره بالاعتماد على مؤشر روز (Roose Index) والذي يتلاءم مع البيئات الجافة وشبه الجافة (Arid and semi arid) كما هو الحال في منطقة الدراسة. ويستخرج المؤشر من خلال العلاقة الآتية (Fabbri ١٩٩١)

R- Roose = (P^ * ٠.٥)* ١,٧٣

حيث أن

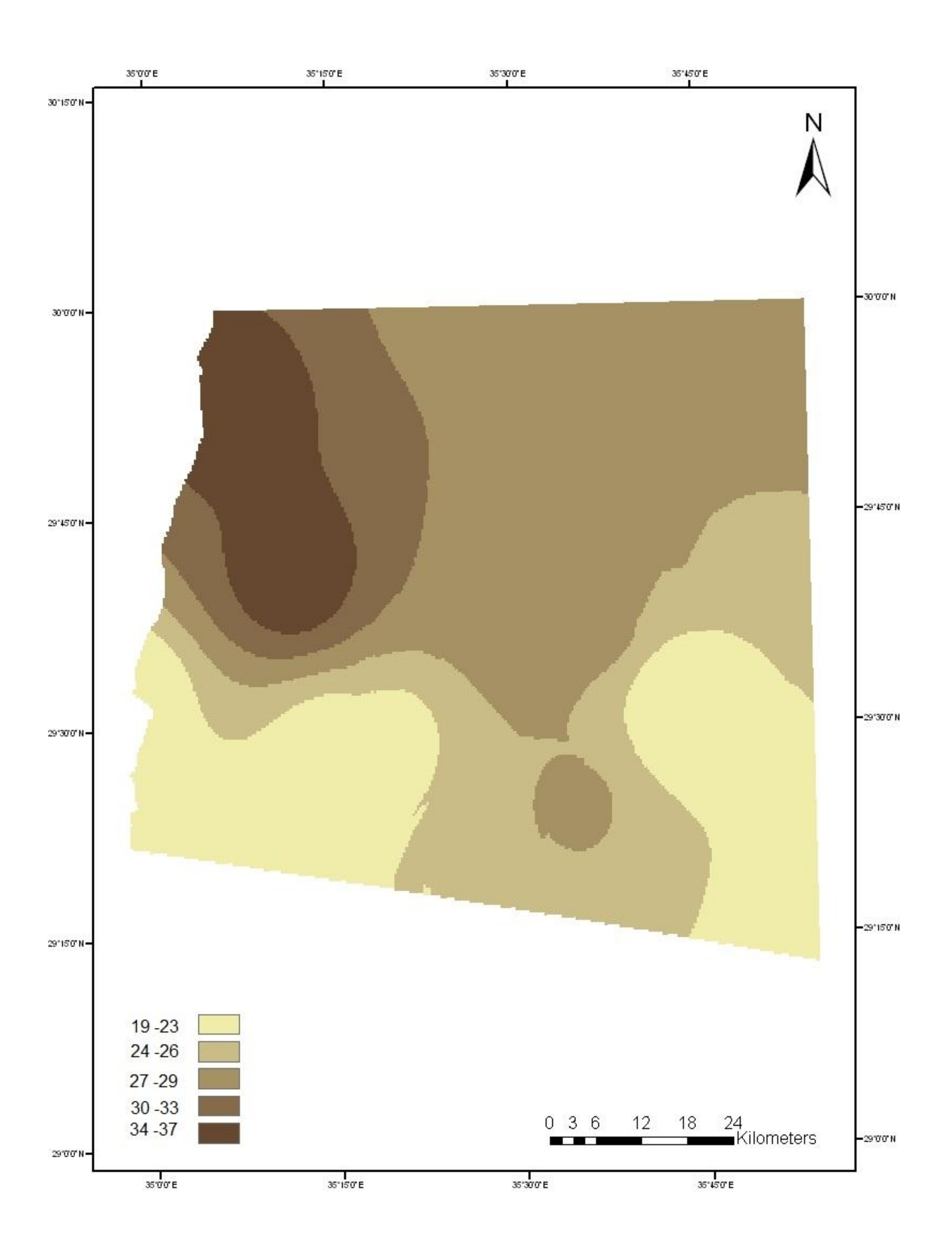
R-roose = مؤشر روز

P^ = معدل امطار السنوية

بالاعتماد على المحطات المطرية المتمثلة في محطات العقبة، الغال، عرادة، وادي مسعد، سابط، ام نفور، رتما، الريشة، خريم. وباستخدام طريقة مضلع ثيسين لحساب المعدل السنوي المساحي الممثل لتلك المحطات. فقد تم اشتقاق خارطة تعرية عامل المطر كما هو موضح في الشكل (٢٨). حيث يلاحظ أن R ترتفع في الأجزاء الشمالية الغربية من منطقة الدراسة بينما تنخفض قيمة R كلما اتجهنا نحو الجنوب .

٢. عامل قابلية التربة للانجراف (Soil erodibility factor (K))

يعتمد هذا العامل على الخصائص الفيزيائية للتربة والتي تشكل: بناء التربة (Soil structure) ونفاذيتها (permeabilitiy) وبالاعتماد على النسبة المئوية لمجموع السلت والطين والرمل الناعم جدا، والمادة العضوية (Organic matter). أمكن الوصول إلى تقدير قابلية التربة للانجراف من خلال العلاقة الآتية:



شكل (٢٨) عامل الانجراف بفعل المطر في منطقة الدراسة

$K = (2.1 * M^{1.14} * 10^{-4} * (12 - a) + 3.25 * (b - 2) + 2.5 * (c - 3)/100$

K : عامل قابلية التربة على الانجراف

M : (نسبة السلت + نسبة الرمل الناعم جدا) × (١٠٠− نسبة الطين)

a : نسبة المادة العضوية

b : (1 – 4) رمز بنائية التربة ويأخذ من

c : (1 – 6) رمز النفاذية ويأخذ من

بالاعتماد على قاعدة البيانات الرقمية التي تم تخزينها في برنامج Arcgis ٩.٣ والتي تحوي على البيانات الضرورية لحساب هذا العامل بناء على أصناف التربة المدروسة بالاعتماد على بيانات المشروع الوطني لمسح التربة واستعمالات الأراضي (١٩٩٤). تم اشتقاق خريطة عامل قابلية التربة للانجراف (K) كما يوضح ذلك الشكل (٢٩). حيث يلاحظ أن الأجزاء الجنوبية الشرقية من منطقة الدراسة ذات قابلية عالية للانجراف مقارنة بالأجزاء الشمالية الغربية.

٣. عامل الطبوغرافية ((Topographic (LS)

ويشمل هذا العامل على متغيري طول المنحدر (L) وشدة الانحدار (S). ويعبر عامل الطبوغرافيا عن مقدار التربة المفقودة من حقل ما مساويا إلى مقدار التربة المفقودة من الوحدة التجريبية الخالية من النباتات وذات ميل ٩% وطول ٢٢م. وبالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) المستخلص من المرئيات الفضائية ASTAR وشكل (٣٠)، ودرجات الانحدار الموضحة في الشكل (٣١) وباستخدام بعض المعادلات التجريبية التي أعدها رينوس وآخرون (Rinos, et, al ٢٠٠٠) والتي يمكن عرضها على الشكل الآتي:

$LS = (L/72.6) * (65.41 * \sin(s) + 4.56 * \sin(s) + 0.065) \quad S < 21\%$

$LS = (L/22.1) * 0.7(6.432 * \sin(s) * 0.79 * \cos(s)) \quad S \geq 21\%$

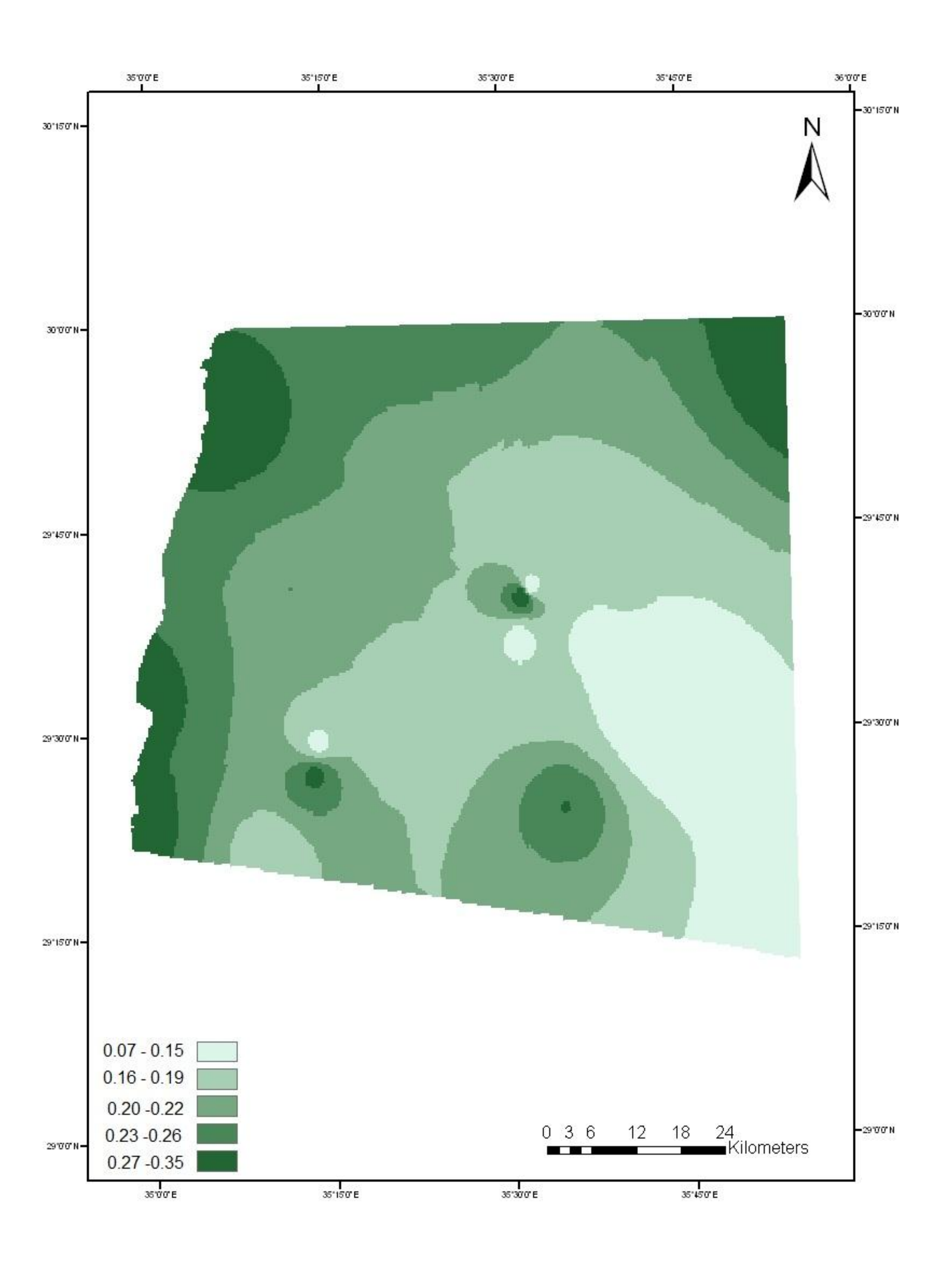
حيث أن:

Ls = عامل الطبوغرافيا

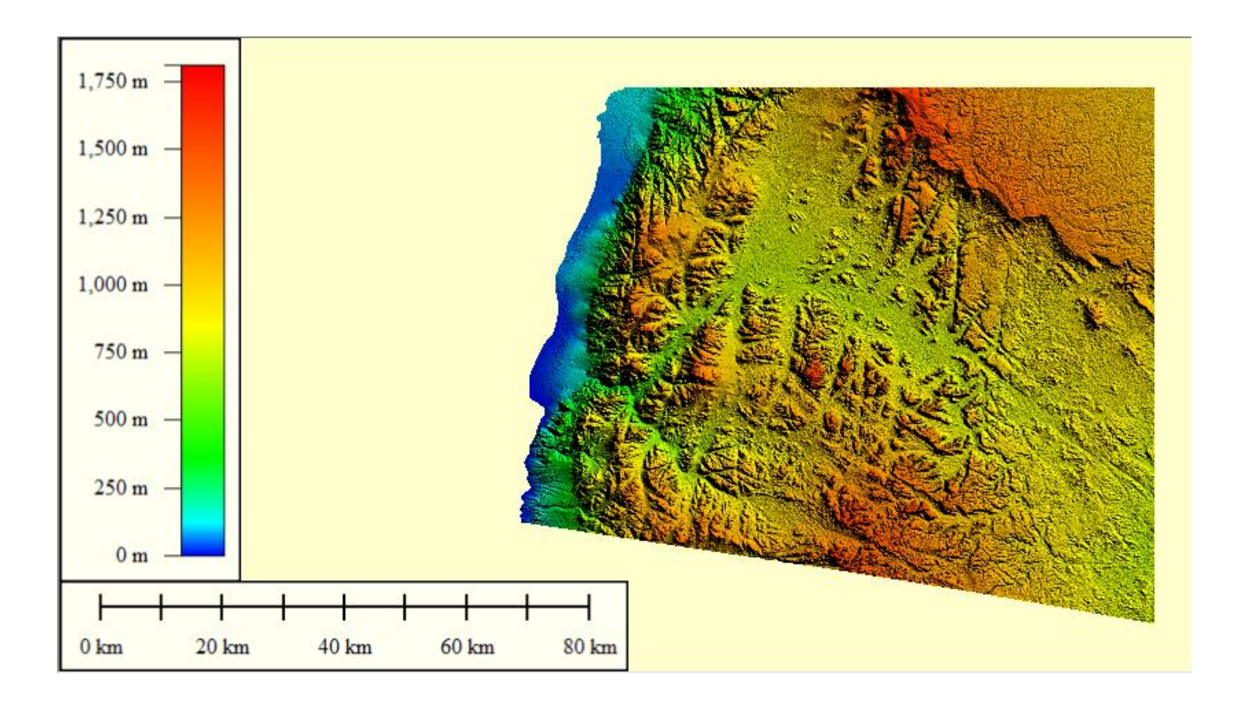
L = طول المنحدر / م

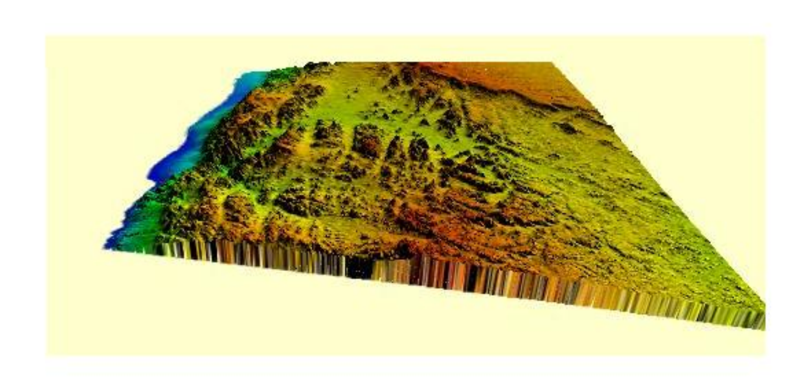
S = % الانحدار

وقد تم حساب عامل الطبوغرافيا (LS) لمنطقة الدراسة بناء على المعادلات السابقة وكما يوضح الشكل (٣٢) حيث يزداد الانحدار وسط وغرب منطقة الدراسة بينما يقل الانحدار في الأجزاء الأخرى من الحوض

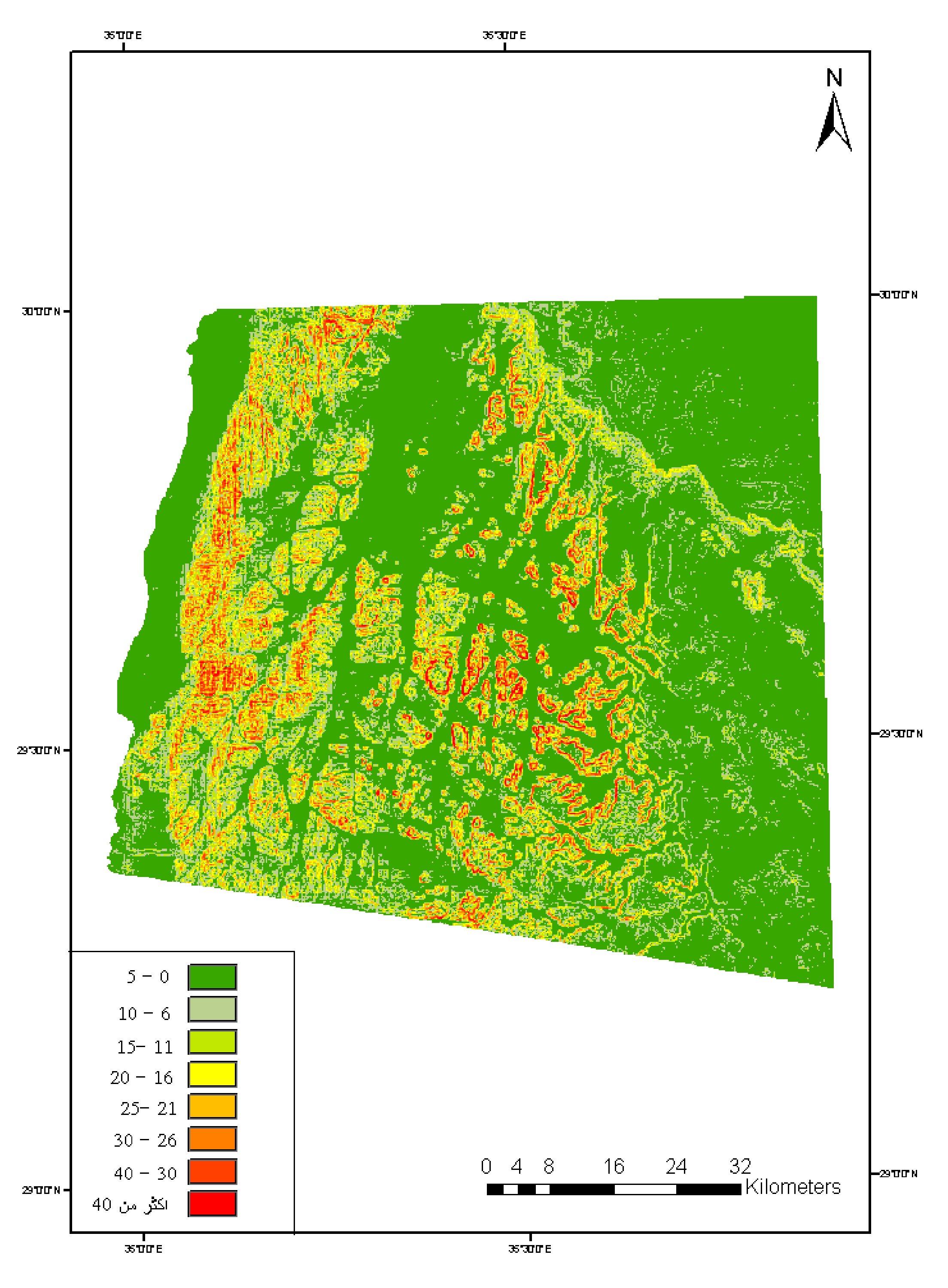


شكل (٢٩) قابلية التربة على الانجراف



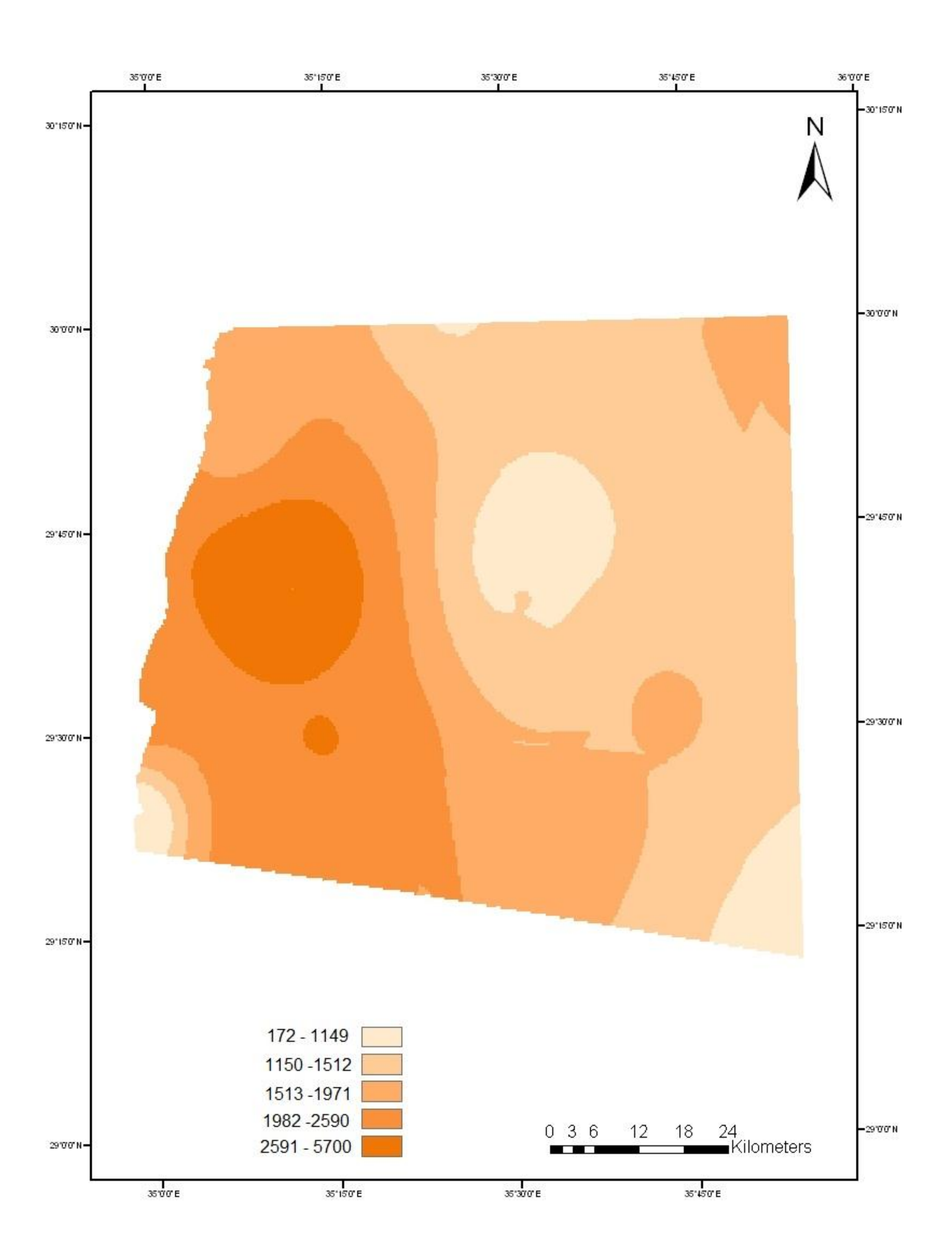


شكل (٣٠) نموذج ثلاثي الابعاد لمنطقة الدراسة



شكل (٣١) درجات الانحدار فى منطقة الدراسة

المصدر : إعداد الباحثة



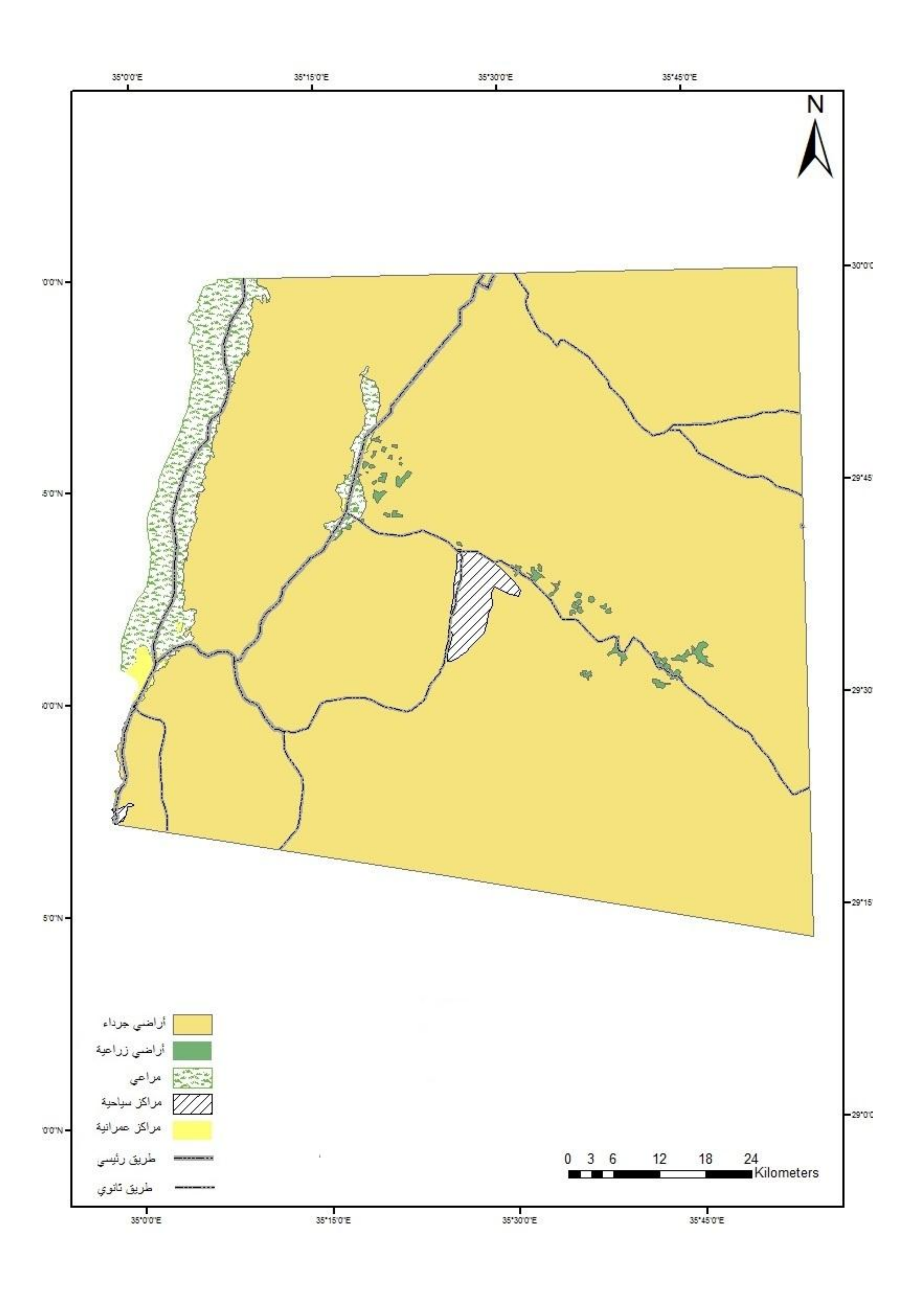
شكل (٣٢) دور الطبوغرافيا في انجراف التربة في منطقة الدراسة

٤. عامل الغطاء النباتي والإدارة البيئية Cover Mangment Facor

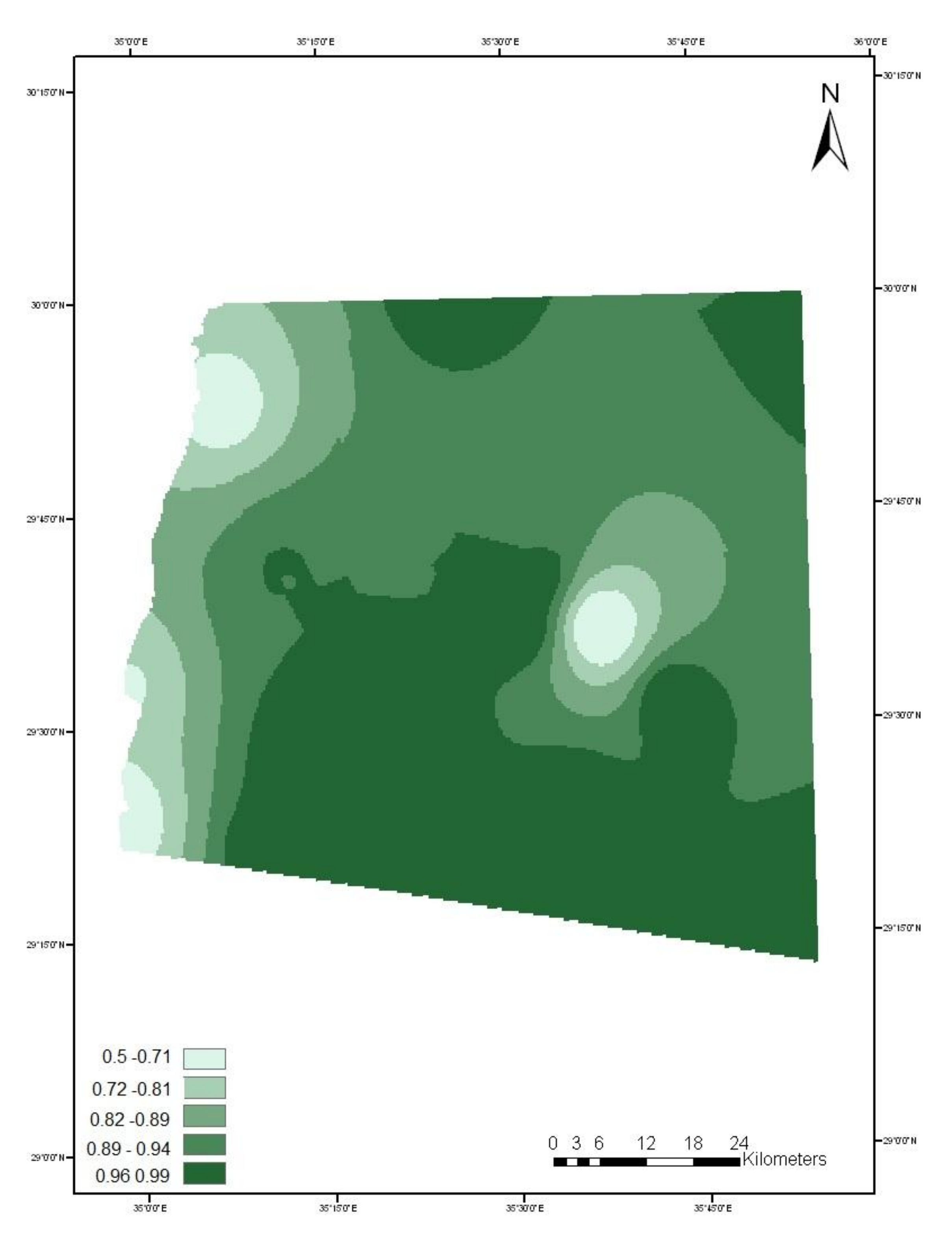
تم تقدير هذا العامل بناء على ظروف الغطاء النباتي بالإضافة إلى العمليات الزراعية الممارسة، كالتسميد، والرعي، والحراثة، وأسلوب الزراعة.

لذلك تم بناء خريطة استعمالات الأراضي في منطقة الدراسة شكل (٣٣) والمشتقة من مرئيات TM للقمر الاصطناعي Landsat واستخدام برنامج ARCGIS٩.٣ لتقدير قيمة هذا العامل، وهناك علاقة طردية بين عامل الغطاء النباتي وعملية الانجراف حيت ينخفض الانجراف إلى الثلث عندما تكون قيمة العامل ٠,٣٣ وهذا يعبر عن وفرة العمليات الزراعية واستمراريتها، وترتفع قيمة هذا العامل في الحالة التي تكون فيها خالية من المزروعات.

وقد أمكن رسم خريطة لهذا العامل (شكل ٣٤) الذي يبين ارتفاع قيمة هذا المعامل في جل منطقة الدراسة، نتيجة قلة الغطاء النباتي وانعدامه في معظم منطقة الدراسة.



شكل (٣٣) استعمالات الأراضى فى منطقة الدراسة



شكل (٣٤) دور الغطاء النباتى فى انجراف التربة فى منطقة الدراسة

٥. عامل إجراءات الصيانة للحد من الانجراف (Practic Management Factor)

تتباين قيمة هذا العامل بين ٠-١ فتنخفض قيمته في الأراضي ذات إجراءات الصيانة التي تقوم على الحد من الانجراف كالزراعة الكنتورية التي ينخفض بها قيمة هذا العامل إلى الثلث، بينما ترتفع ليصل إلى (١) في الأراضي التي تخلو من مثل هذه الإجراءات.

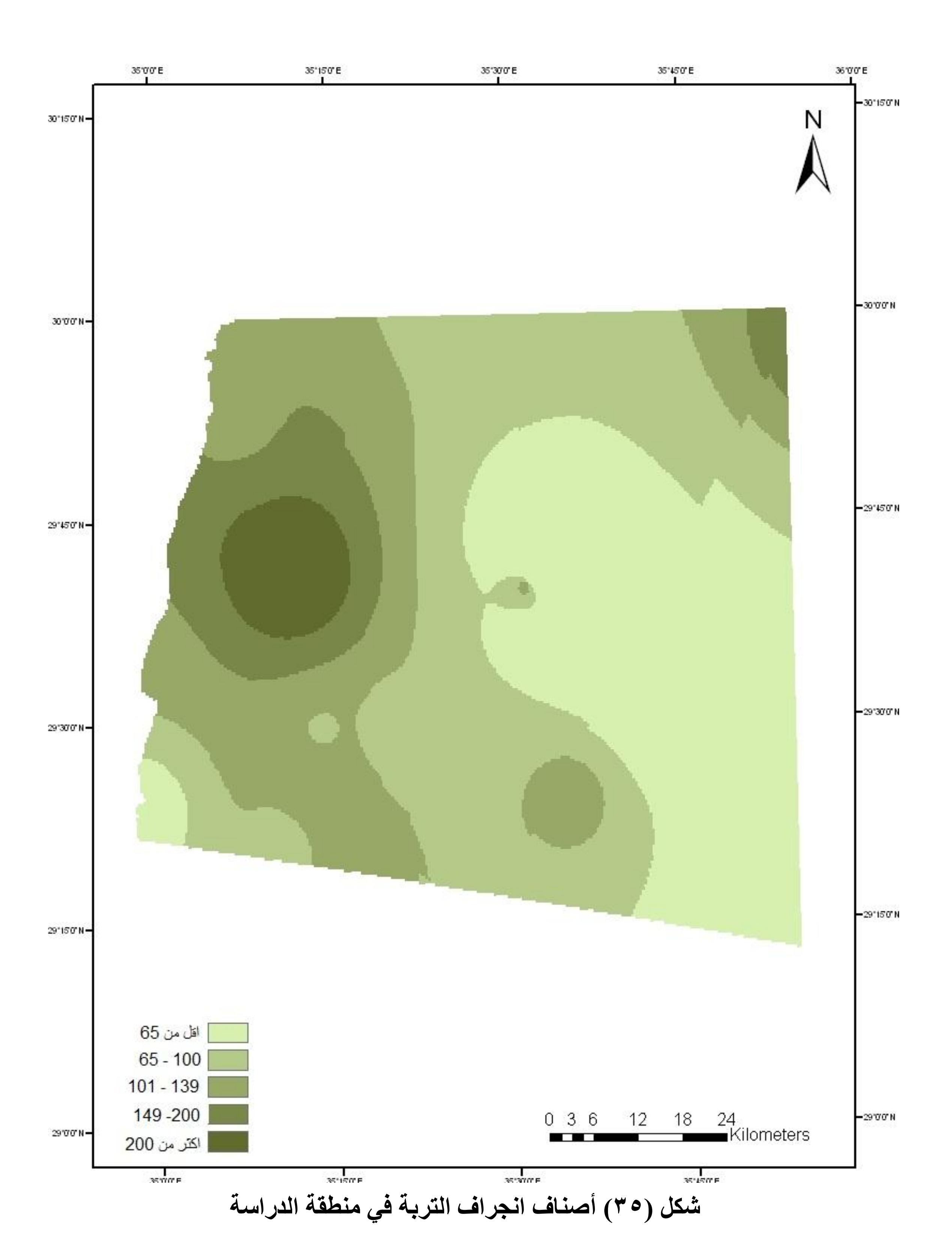
نظراً لما تعانيه منطقة الدراسة من فقر في الغطاء النباتي وخلو معظم أجزائها من أي نباتات فقد تم تقدير قيمة هذا العامل ٠,٩

بالاعتماد على طبقات (layers) العوامل الخمسة السابقة، وباستخدام معادلة رسل (RUSLE) السالف توضيح عناصرها وباستخدام برنامج ARCGIS٩.٣ تم اشتقاق خريطة انجراف التربة شكل (٣٤) وحساب الفقد السنوي للتربة (طن/ هكتار/ سنة) . وتم تقسيمها إلى خمس فئات كما موضح في الجدول (١٨).

جدول (١٨) أصناف انجراف التربة في منطقة الدراسة بناء على نموذج (RUSLE)*

الصنف	المعدل السنوي لفقدان التربة (طن/ هكتار/ السنة)	المساحة (كم^2)	المساحة (%)
قليل	أقل من ٦٥	١٤٤٤,٣	٢١,٤
متوسط	٦٥- ١٠٠	٧٦٩,٤	١١,٤
عالي	١٠٠ – ١٤٠	٨٨٤,١	١٣,١
عالي جداً	١٤٠ – ٢٠٠	١٢٤٨,٦	١٨,٥
مدمر	اكثر من ٢٠٠	٢٤٠٢,٦	٣٥,٦

المصدر: إعداد الباحثة



شكل (٣٥) أصناف انجراف التربة في منطقة الدراسة

الفيضانات الوامضة

تعد الفيضانات من أكثر الأخطار البيئية تأثيرا، لذا بات من المهم فهم وإدراك هذه الظاهرة الطبيعيّة لما لها من تأثيرات سلبية على الإنسان والبيئة الطبيعيّة وتلعب الانشطة البشرية دوراً رئيساً في زيادة حدة الفيضانات في المناطق الجافة وشبه الجافة.

ولأهمية هذا الخطر تمت دراسته من عدة جوانب وضحت الأسباب المحفزة له والمناطق المعرضة لأخطاره، والتي حددت في الأجزاء الدنيا من السهول الفيضية والنشطة ومصاب الأودية، والأحواض المائية الصغيرة المعرضة لأخطار الفيضانات الوامضة خصوصا في المناطق الجافة وشبه الجافة (Smith, ١٩٨٠). وضمن هذا التباين المكاني فقد تنوعت الدراسات التي تناولت موضوع أخطار الفيضانات وتفسير سلوك الظاهرة، والحد من تأثيراتها المحتملة وتم تناول الموضوع عالمياً على ثلاث مراحل متداخلة لتفسير وتقييم أخطار الفيضان (Villegas, ٢٠٠٤):

ـ المرحلة الأولى: وتمتد بين عامي ١٩٣٠ـ١٩٦٠ وسميت بالمرحلة البنائية Structural Era وفـ يها تم التعامل مع الفيضانات وأخطارها بالأعمال البنائيّة، والهندسيّة، للتحكم في الجريان المائي مثل الخزانات والسدود.

ـ المرحلة الثانية: تمتد بين عامي ١٩٦٠ـ١٩٨٠ وفيها أصبحت الإجراءات الإداريّة أكثر وضوحاً في عملية التخفيف من حدة الفيضان، بتكامل الأعمال البنائية الهندسية مع تخطيط استعمال الأراضي، والتوسع في أنظمة التأمين. وأطلق على هذه المرحلة الإدارة الموحدة للسهول الفيضية.

ـ المرحلة الثالثة: وتشمل الفترة ما بعد ١٩٨٠، وهي استمرارية للفترات السابقة مع تنوع في الأنظمة الإدارية والإجرائية، من أجل التخفيف من أخطار الفيضان، وقد ظهرت خلال هذه الفترة الكثير من وسائل التنبؤ، وتقدير حجم الفيضان، منها استخدام التصوير الجوي ووسائل الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية، والتحليلات الرادراية المختلفة.

تقوم دراسة الفيضانات بالاعتماد على بيانات الأمطار ومحطات الرصد الهيدرولوجيّ، وفي غياب بيانات الرصد كما هو الحال في منطقة الدراسة إذ لاتتوافر سوى محطة رصد واحدة على حوض وادي اليتم. استطعنا الحصول على سجل هيدرولوجي قليل يمتد من (١٩٦٣-١٩٨٢) فأن عملية تقدير خطر الفيضانات تتم بتطبيق النماذج والمعادلات الرياضية.

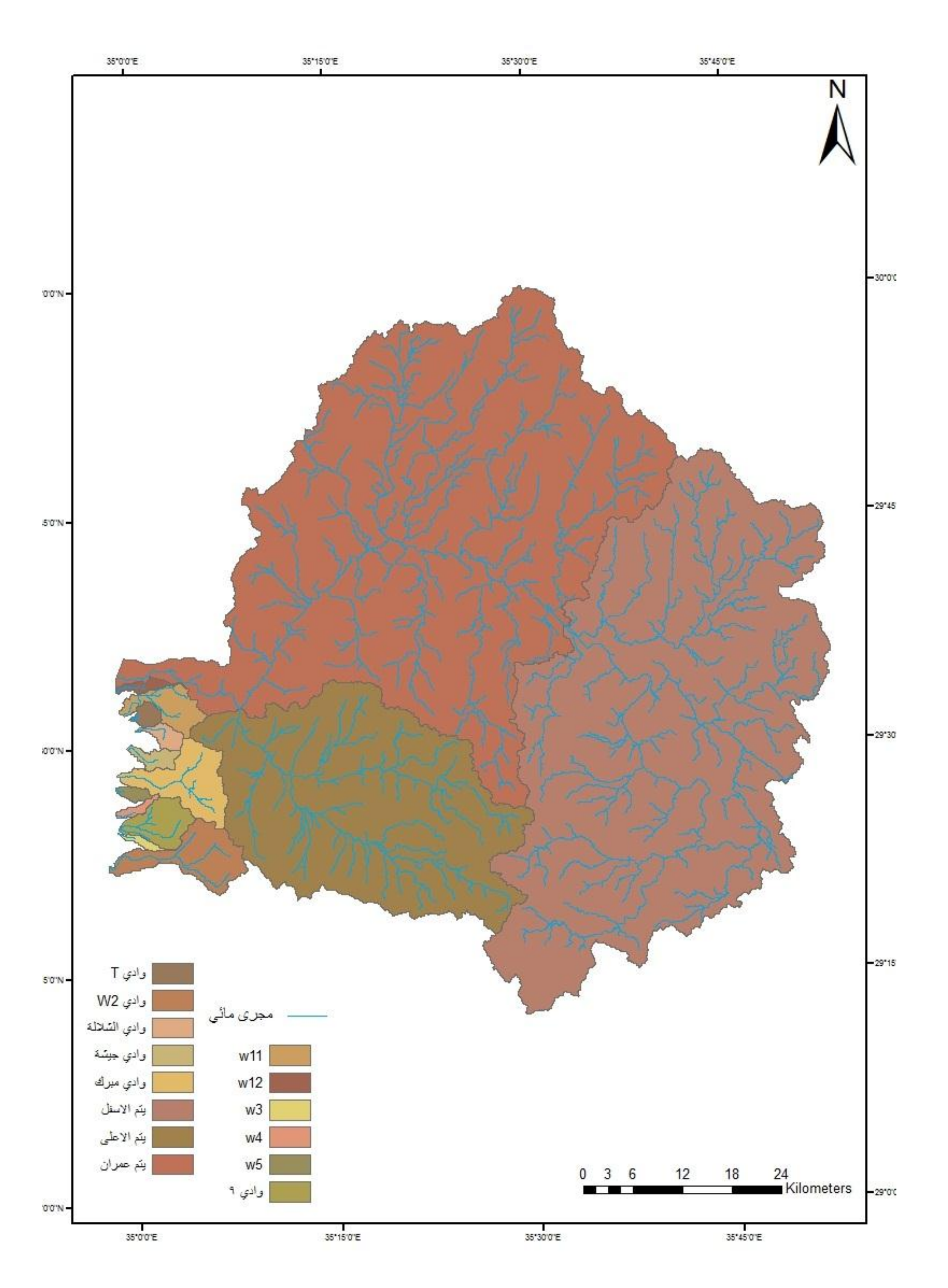
بالاعتماد على نموذج ثلاثي الأبعاد واستخدام الملحق HEC-GeoHMS٤.٤.٩٣ وبرنامج HEC-HMS التابعين لمصلحة الهيدرولوجيا بعد تزويدهما ببعض الخصائص والقياسات الهيدرولوجية لعمل نمذجة هيدرلوجية، للتوصل إلى نتائج توضح قمم حجم الجريان داخل الأحوض المائية .

وتمثل عملية النمذجة الهيدرلوجية وربطها بالوحدات الأرضية الأساس لتقييم اخطار الفيضان واشتقاق خريطة قابلية الأراضي للتعرض لأخطار الفيضان وتحديد درجات خطورتها ونطاقاتها وبناء نمذجة ذات قابلية على التنبؤ بخصائص الجريان، وفهم الأسباب والظروف التي يتصاعد فيها، والتعرف على خصائصه المتمثلة في عمق الماء، وقمة الجريان، وسرعته، وفترات رجوعه. ويتم ترجمة ذلك في قاعدة بيانات تمكن من استخدامها (Hooke,١٩٨٨).

بالاعتماد على بيانات وزارة الزراعة الأردنية تبين ان عدد الفيضانات في محطة وادي اليتم ١٧ فيضاناً خلال الفترة (١٩٦٣-١٩٨٢) وقد تفاوت عدد الفيضانات من سنة إلى أخرى، فقد سجلت سنة ١٩٦٥ اكبر عدد للفيضان حيث بلغ عددها أربعة، وسجل أعلى تصريف فيضان يوم ٢٥ آذار ١٩٦٥ بما مقداره ٣٠,٩م^{٣}/ث، وبلغ أدنى تصريف خلال فترة الرصد ٠,٨م^{٣}/ث وذلك يوم ٢٥آذار ١٩٧١.

ونظراً لقصر فترة القياس، وتوقفها فقد تم إجراء نمذجة للهطول المطري وعلاقته بالجريان السطحي باستخدام الملحق (HEC-geoHMS٤.٢.٩٣) والبرنامج (HEC-HMS) وهي من ضمن البرامج التي طورت في مختبرات الجيش الأمريكي لهندسة المياه، وتعد من البرامج الشاملة في تحليل الفيضانات.

لتطبيق البرامج الهيدرلوجية السابقة تم اتباع مجموعة من الخطوات المتلاحقة التي تبدأ بتفعيل كل من الامتدادين (HEC-GeoHMs و Archydrotool٩) ضمن برنامج Arcgis٩.٣ التي تحوي كل منها مجموعة من الوظائف تأتي في مقدمتها (Terrain preprocessing) بمجموعة من المتغيرات يتم اشتقاقها من خلال نموذج الارتفاع الرقمي



شكل (٣٦) الأحواض المائية المدروسة

DEM للأحواض المائية ، وعندها تم حذف الأحواض المائية التي تنهي خارج حدود منطقة الدراسة ولاسيما أودية راس النقب. وبعد ذلك تم رسم خرائط اتجاه الجريان (Flow Direction) والمجاري المائية الرئيسة والفرعية (Stream Segmentation)، وتم تحديد الأحواض الفرعية لوادي اليتم بواسطة المعالجة الحوضية (Basin Processing). وتم تجمع الأحواض الفرعية لوادي اليتم في ثلاثة أحواض فرعية بالإضافة إلى الأحواض الأخرى التي تنتهي مجاريها في وادي عربة كما يوضح الشكل (٣٦).

وبتطبيق النموذج (HEC-HMS) حللت أحواض الأودية إلى عدد من المكونات والعناصر الهيدرولوجية المترابطة يمثل (الجريان ، التساقط المطري) داخل الأحواض المائية. ووصف كل حوض من خلال المتغيرات التي تصف الخصائص الطبيعيّة التي تم الحصول عليها من نموذج (HEC-GeoHMS) وبعد الانتهاء من النمذجة تم الخروج بنتائج تمثل الجريان وحجمه للأحواض المائية المدروسة جدول (١٩).

وقد استخدم في نمذجة الاحواض المائية فيما يخص معدل الفاقد المائي (Loss Rate) طريقة مصلحة حفظ التربة الأمريكية (SCS-CN) من خلال تحديد الفقدان الأولي (Initial Loss) (Gurrel,et al, ٢٠٠٠). وزودت البطاقة التعريفية للحوض بمخططات الوحدات المائية بالاعتماد على برنامج (WMS) وقد استخدمت طريقة (Makingum Gune Std) لتمرير الفيضانات داخل الأحواض المائية حيث تستخرج أحجام الفيضانات المخزنة في القنوات معتمداً على حجم وطول وشكل التخزين في القناة لموجة الفيضان وقد تم تزويدها بالمعلومات الضرورية بالاعتماد على النتائج التي تم الحصول عليها من خلال تطبيق برنامج (HEC-GEOHMS) المعتمد على نموذج الارتفاع الرقمي.

ظهرت نتائج حجم الجريان باستخدام برنامج (HEC-HMS) للأحواض المدروسة كما هو موضح في الجدول (٢٠) الذي يبين حجم التصريف وقمة التصريف المائي عند مخرج كل وادي لفترات رجوع تبدأ من سنتين إلى مائيتي سنة.

وبناء على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) للأحواض المائية، ونتائج النمذجة الهيدرولوجية باستخدام برنامج (HEC-HMS) بفترات رجوع مختلفة، أمكن اشتقاق خريطة اخطار الفيضان. ويبين الشكل (٣٧) المناطق ذات القابلية على التعرض لأخطار الفيضان لفترات رجوع مختلفة. والتي أمكن تقسيمها إلى أربعة أصناف. وبناء ذلك تم تصنيف منطقة الدراسة إلى خمس اصناف وفق درجة تعرضها لخطر الفيضانات الوامضة كما يوضح الجدول (٢١)

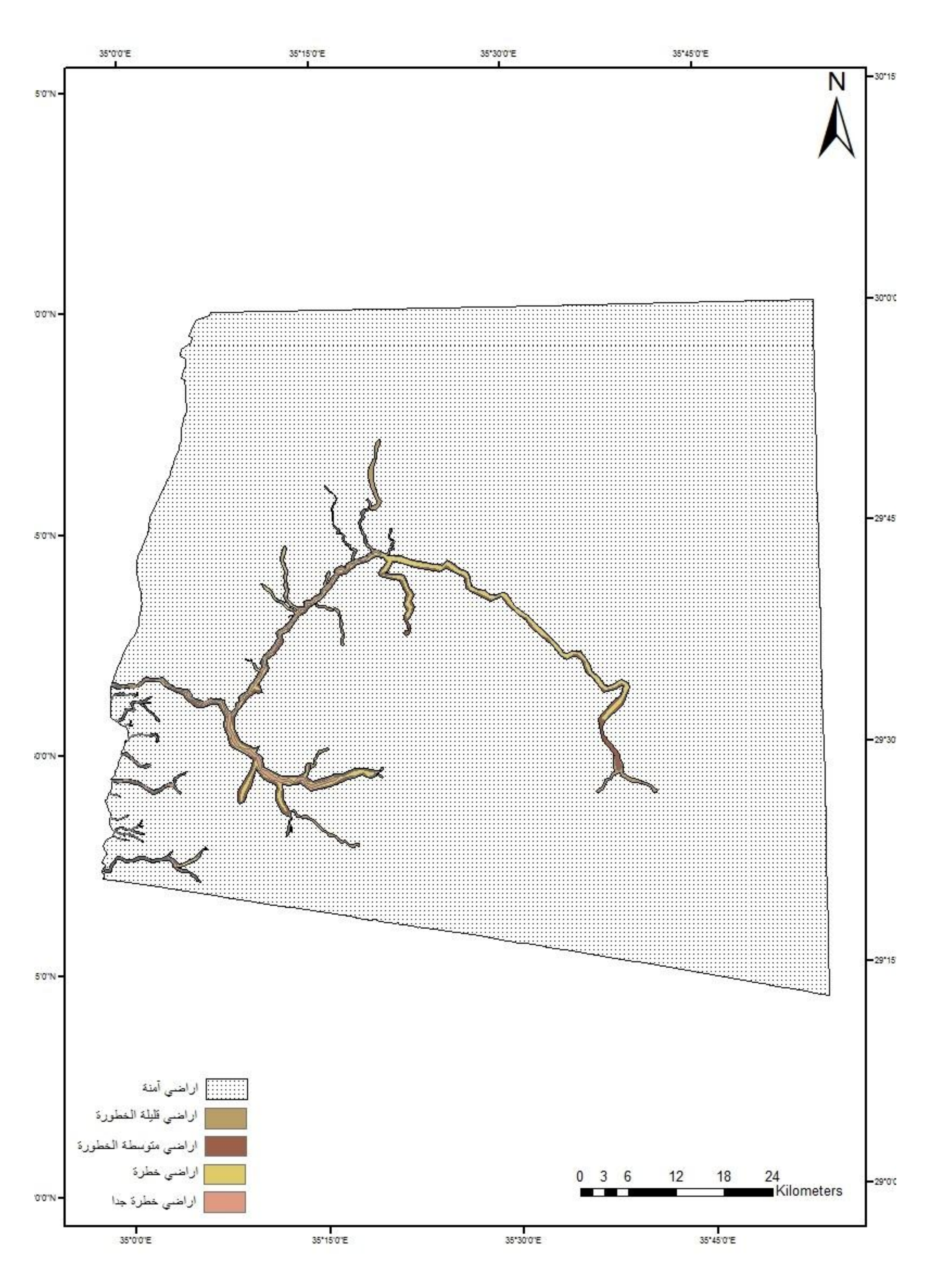
حيث تشكل الأراضي الآمنة نحو ٩٦% من منطقة الدراسة بينما تشكل الأراضي الخطرة نحو ١,٧% من منطقة الدراسة . وقد ارتبط وجود المراكز العمرانية بالمناطق المعرضة للفيضانات .

جدول (١٩) الخصائص القياسية للأحواض المائية

اسم الحوض	مساحة الحوض (كم²)	انحدار الحوض (درجة)	محيط الحوض (كم)	معدل الارتفاع (متر)	طول المجرى المركزي (كم)	رقم المنحنى CN
W٢	٦٥.٤٢	٠.٢٢	٦١.٧٢	٧٤٨.١٤	١٦.٤٧	٨٦
w٤	٥.٠٢	٠.١٠	١٧.٣	٢٢٣.٠٤	٢.٨٥	٨٦
w٥	٥.٥٨	٠.١٤	١٣.٨٨	٢١٢.٠٦	١.٤٢	٨٦
w١٢	٦.٧٧	٠.٠٣	٢٦.٢	٦٥.٤١	٥.٧٢	٧٦
وادي مبرك	٦٧.١٣	٠.٢٢	٥٨.٢	٦٧٢.٩٥	١٠.٣٧	٨٦
وادي ٩	٣٤.١٠	٠.١٧	٣٤.٧	٤١٩.٦٥	٤.٥٨	٨٦
w١١	٣١.١٨	٠.٢١	٤٣.٢	٣٤١.١٠	٤.٩٨	٩٥
w٢	٤.٢٥	٠.٠٩	١٨.٩	٢٣٦.٠٩	٢.٣٦	٨٦
وادي جيشة	١٠.٧٤	٠.٢٦	٢٣.٧	٣٩٣.٩٩	٤.٧٧	٨٦
وادي T	٧.٨١	٠.١٢	١٥.٣	٩٨.٥٧	٥.٧٢	٩٥
w٨	٩.٨٢	٠.٣٢	٢٠.١	٤٦٠.٩٦	٢.٣٦	٨٦
يتم الأعلى	١٩٥٥.٤٥	٠.١٨	٣٧٩.٤	٧٥١.٠٠	٧٤.٢٧	٧٦
يتم عمران	٧٧٤.٤٣	٠.١٦	١٩٩.٦	٤٨٣.٠٠	٢٧.٥٦	٨٤
يتم الاسفل	١٧٣٤.٠٦	٠.١٧	٣٥٤.٧	٧٧٧.٢٨	٧٠.٨٤	٧٩

جدول (٢١) مساحة الأراضي المعرضة للفيضان لفترات رجوع مختلفة

فترة رجوع الفيضان /سنة	المساحة كم²	نسبة المساحة %
١٠	٢٣,٥٢	٠,٥
٢٥	٧٩,٨٨٨	١,٧
١٠٠	١٣٦,٤٥	٢,٩
٢٠٠	١٨٨,٢	٤



شكل (٣٧) الأراضي المعرضة للفيضان في منطقة الدراسة

الإدارة البيئية في منطقة الدراسة

تصنيف الوحدات الأرضيّة

- التحليل العامليّ
- التحليل العنقوديّ

تباين الأصناف الأرضيّة (التحليل التميزيّ)

تنمية الأراضيّ في منطقة الدراسة

تصور لاستعمالات الأراضيّ

تصنيف الوحدات الأرضيّة وإدارتها

تستجيب المناهج الجيومورفولوجيّة لحاجات العالم الاجتماعية والاقتصادية، ونتيجة لذلك هناك طلب على الدراسات الجيومورفولوجيّة التي تساعد على اتخاذ القرارات المناسبة لإحداث تنمية اجتماعية اقتصاديّة متوزانة (تنمية مستدامة) واستعمال يتلاءم مع الموارد البيئيّة.

وفي سبيل تحقيق الهدف من الدراسة الذي يسعى إلى تحليل وتقييم الأراضيّ والموارد الطبيعية في البادية الجنوبية، فقد استخدمت المسوحات الجيومورفولوجيّة وتم تمثيلها وفق الوحدات الأرضيّة معتمدة على نظام المعهد الدولي لمسوحات الفضاء، وعلوم الأرض.

يعد التقييم الجيومورفولوجيّ للأراضيّ عملية بسيطة نسبياً وغير مكلفة، ويمكن من خلالها وبالتضافر مع الأساليب الأخرى تحديد المواقع المناسبة لإقامة أنماط مختلفة من استعمالات الأراضيّ وباستخدام أساليب التصنيف المعتمدة.

التحليل العاملي (Analysis Factor)

يعتمد تقييم كل من الأقاليم والنظم والوحدات الأرضيّة على القدرة على تحول الخصائص الوصفية إلى متغيرات كميّة، لتسهل عملية تصنيفها بناء على قياساتها المورفومترية والكمية والمتشابهة وقياس التباين المكانيّ بينها.

وتعتمد هذه التباينات على خصائص الوحدات الطبيعيّة كالموارد الأرضيّة والأخطار الجيومورفولوجيّة التي يمكن أن تتعرض لها . ومدى ملائمتها لدعم المشاريع التي تقام عليها من جهة واستجابتها لعملية الإدارة البيئية من جهة أخرى للحد من الآثار البيئية التي قد تنجم عن استعمالات الأراضيّ المختلفة (Grant, ١٩٧٥).

بالاعتماد على الدراسة التفصيليّة في الفصول السابقة التي تساعد على إظهار التباين بين الوحدات والنظم و الأقاليم الأرضيّة وبالتالي تصنيفها، استخدمت الباحثة أحدى وعشرين متغير (جدول ٢٢) يمثل الخصائص الأرضيّة التي امكن دراستها وكونت مصفوفة إحصائية (٨٥×٢١)، لاختبار فرضية وجود تباين معنوي بين الوحدات والنظم والاقاليم الأرضيّة.

أدخلت مصفوفة الوحدات الأرضيّة إلى حزمة البرمجيات الإحصائية للعلوم الاجتماعيّة بغرض تحليلها باستخدام التحليل العاملي باستخدام اسلوب تحليل المكونات الأساسية (Principal

Component Analysis) حيث تدور العوامل بشكل عمودي بعد تعديل بياناتها باستخدام (Z-scores) .

يبدأ التحليل بتكوين مصفوفة ارتباط أوليّة للمتغيرات المشمولة بالدراسة ثم تلخص بمصفوفة عاملية موجزة، بحيث ترتبط المتغيرات بالعوامل بقيم يطلق عليها التشبعات (Loadings)، والتي تشير إلى المتغيرات ذات التشبع الأكثر على ذلك العامل، أما الاشتراكيات (Communalities) فتشير إلى نسبة التباين الذي تفسره العوامل مجتمعة لكل متغير من المتغيرات، والتي إذا ما حسب مجموع مربعاتها لكل عامل فإنها تعطي القيم المميزة، التي تشير إلى نسبة التباين الذي يفسره العامل الواحد من نسبة التباين (Field, ٢٠٠٣).

جدول (٢٢) المتغيرات المستخدمة في اختيار التباين بين الأصناف الأرضيّة

ر.م	المتغير	ر.م	المتغير
١	المساحة كم٢	١٢	نوع التربة
٢	التكوين الجيولوجي	١٣	مؤشر الملوحة
٣	كثافة التصريف كم/كم٢	١٤	مؤشر NDVI
٤	أقصى ارتفاع م	١٥	مؤشر SAVI
٥	أدنى ارتفاع م	١٦	مؤشر المادة العضوية
٦	درجة الانحدار °	١٧	بناء التربة
٧	نسبة السلت %	١٨	نفاذية التربة
٨	نسبة الرمل %	١٩	درجة خطر الفيضان
٩	نسبة الطين %	٢٠	انجراف التربة
١٠	معدل الأمطار مم	٢١	النبات الطبيعي
١١	الاستعمال السائد		

نتائج التحليل العاملي

التباين بين الوحدات الأرضيّة

أظهرت نتائج التحليل العاملي وجود أربعة عوامل فسرت نحو ٦٩,١٢% من التباين الكلي للخصائص الأرضيّة والأخطار الطبيعية في منطقة الدراسة، ويوضح الجدول (٢٣) العوامل المستخلصة ونسبة تفسير كل عامل من العوامل من نسبة التفسير التراكمي . حيث فسر العامل الأول ما نسبته (٢٧,٢٣%) من التباين المفسر بقيمة مميزة ٥,٧٢، وفسر العامل الثاني ما نسبته (١٦,٦٣%) من التباين المفسر بقيمة مميزة ٣,٤٩ .

ومن خلال الجدول (٢٤) الذي يوضح مصفوفة تشبعات العوامل أمكن تسمية العوامل الأربعة بناء على هذه التشبعات حيث أطلق على العامل الأول خصائص التربة، والعامل الثاني خصائص الموارد الأرضيّة، والعامل الثالث خطر الفيضان ، والعامل الرابع خطر الانجراف.

لقياس قوة الارتباط بين كل من العوامل والمتغيرات المستخدمة في التحليل العاملي اختبرت تشبعات العوامل على المتغيرات الواردة في جدول تشبعات العوامل وكانت نتائج هذه القياسات على النحو الآتي:

جدول (٢٣) مساهمة كل عامل في تفسير التباين بين الوحدات الأرضيّة

العامل	القيمة المميزة	التباين المفسر %	نسبة التباين المفسر التراكمية %
الاول	٥.٧٢	٢٧.٢٣	٢٧.٢٣
الثاني	٣.٤٩	١٦.٦٣	٤٣.٨٧
الثالث	٢.٦٧	١٢.٧٤	٥٦.٦٠
الرابع	٢.٦٣	١٢.٥٢	٦٩.١٢

جدول (٢٤) مصفوفة تشبعات العوامل

المتغيرات	العامل الأول	العامل الثاني	العامل الثالث	العامل الرابع	العامل الخامس
المساحة	-٠.٢٢٦	٠.٠٥٩	٠.١٧٠	٠.١٤٦	٠.٧٦٥
اقصى ارتفاع	-٠.٦٢٧	٠.١٦٤	٠.٤٩٦	٠.٣٩٥	٠.١٣٩
أدنى أرتفاع	-٠.٣٩٠	٠.٥٣١	٠.٤٠٢	٠.١١٨	-٠.٣٩١
الانحدار	-٠.٣٧٣	-٠.١٤٩	٠.٣٩٠	-٠.٠٣٤	-٠.١٧٧
انجراف التربة	٠.٠١٣	٠.٠٤٩	-٠.٣١٦	-٠.٤٨٠	٠.٠١٩
الامطار	-٠.٤٠٩	-٠.١٢٣	٠.٠٢٠	٠.١٧٢	٠.٢٣٣
الاستعمال	٠.٤٤١	٠.٠٩٦	-٠.٥٠٥	-٠.٤٦٢	٠.٥٤٩
NDVI	٠.٣٧٥	-٠.٦٨٤	-٠.٢٦١	-٠.٠٠٤	-٠.٠٢١
SAVI	٠.٥٣٥	-٠.٦٨٣	-٠.٢١٥	٠.١٣٦	-٠.٠٤٧
كروما	-٠.٥٩٩	-٠.٠٩٩	٠.٤٠١	-٠.٠٤٥	٠.٣٦٤
Sbi	-٠.٠٢٥	٠.٧٦٤	-٠.٣٧٥	-٠.٠٩٤	-٠.٠٣٦
نوع التربة	٠.١٧٥	٠.٧١٢	-٠.١٦٨	-٠.١٨٥	٠.٠٧٥
الرمل	-٠.٨٤٣	-٠.٠٧٥	-٠.٤٩٨	-٠.٠١٢	-٠.٠٦١
الطين	٠.٧١٠	٠.١٥٤	٠.٢٨٣	٠.٠٣٣	٠.٢١٨
السلت	٠.٨٢٥	٠.٠٥٣	٠.٥٤٦	٠.٠٠٧	٠.٠٠٧
القوام	٠.٨١٠	٠.٠٢٩	٠.٣٣٤	-٠.٠١٨	-٠.٠٠٨
نفاذية التربة	٠.٨١٧	٠.٠٨٧	٠.٤٦٧	٠.٠٢٨	-٠.٠٦٨
كثافة التصريف	٠.٢٠٧	٠.١٩٣	-٠.٥١٢	٠.٦٣٦	٠.١٧٥
الجيولوجيا	٠.٥٥٤	٠.٤١٠	-٠.٥٤٨	٠.١٢٢	٠.٠٢٣
النبات الطبيعي	٠.١٦٥	٠.٤٩٤	-٠.٠٩٤	٠.٢١١	-٠.٠٣٣
الفيضانات	٠.٣٧٦	-٠.٠٧٢	-٠.٥١٨	٠.٦٥٢	-٠.٠٤٥

العامل الأول

اطلق على هذا العامل خصائص التربة، وفسر هذا العامل نحو (٢٧,٧٣%) من التباين الكليّ المفسر، وبقيمة مميزة بلغت (٥,٧٢) .

ويظهر من الجدول (٢٤) أن أهم تشبعات هذا العامل هي نسبة الرمل (٠,٩٣٠) ونسبة السلت (٠,٩٣٩)، ونفاذية التربة (٠,٩٥٨)، بالإضافة إلى نسبة الطين وقوام التربة، والأمطار.

جدول (٢٥) تشبعات العامل الأول (خصائص التربة)

العامل	تشبع العامل
الرمل	-٠.٩٣٠
كروما	-٠.٦٥٩
الامطار	-٠.٥١٥
الطين	٠.٧٤٧
السلت	٠.٩٣٩
القوام	٠.٩٤٣
نفاذية التربة	٠.٩٥٨

العامل الثاني

وأطلق على هذا العامل خصائص الموارد الأرضيّة، وفسر هذا العامل ١٦,٦٣ من التباين الـ مفسر، وأهم تشبعات هذا العامل ومؤشر الاختلافات الخضريّة الطبيعي (٠,٩٠٥)، ودليل النبات المعدل SAVI (٠,٦٩٨)، ودليل ملوحة التربة SBI (٠,٨٠٣)، ، ونوع التربة، والنبات الطبيعي. جدول (٢٦)

جدول (٢٦) تشبعات العامل الثاني (خصائص الموارد الأرضيّة)

العامل	تشبع العامل
SAVI	-٠.٩٠٥
NDVI	-٠.٦٩٨
الانحدار	-٠.٥٧١
الاستعمال	٠.٥٠٥
النبات الطبيعي	٠.٥٩٠
نوع التربة	٠.٧٠٧
SBI	٠.٨٠٣

العامل الثالث

وقد أطلق عليه خصائص خطر الفيضان والجدول (٢٦) المتغيرات التي ارتبطت بهذا العامل، وقد فسر عامل خطر الفيضان ١٢,٧٤% من التباين وبقيمة مميزة ٢,٦٧ . (جدول ٢٧)

جدول (٢٧) تشبعات العامل الثالث (الفيضان)

العامل	تشبع العامل
الامطار	٠.٥٣٩
كثافة التصريف	٠.٧٧٩
الفيضانات	٠.٧٨٦

العامل الرابع

وأطلق عليه عامل الانجراف وارتبط بهذا العامل كل من انجراف التربة (٠,٦٥٢)، وكثافة التصريف، والارتفاع، ونوع التربة. وقد فسر هذا العامل (١٢,٥٢%) من التباين بقيمة مميزة ٢,٦٣ جدول (٢٨).

جدول (٢٨) تشبعات العامل الرابع (الانجراف)

العامل	تشبع العامل
الاستعمال	-٠.٦٥٢
Sbi	-٠.٥١٨
انجراف التربة	٠.٦٦٠
أدنى ارتفاع	٠.٧١٧
اقصى ارتفاع	٠.٨٢٢

التباين بين الأقاليم الأرضيّة

تم تحويل المصفوفة الأصلية إلى مصفوفة تمثل الأقاليم الأرضيّة ملحق (٢) ، وبتطبيق التحليل العاملي على هذه المصفوفة اختزلت المتغيرات الأصلية إلى ثلاثة عوامل تفسر التباين بين هذه الأقاليم. حيث فسر العامل الأول ٤٣,٥٤% من التباين وقد أطلق على هذا العامل المورفولوجيا وتكثف حول هذا العامل متغيرات الجيولوجيا، والانحدار، والاستعمال السائد .

وفسر العامل الثاني ٣٣,٢٤% من التباين وقد أطلق على هذا العامل خصائص التربة، بينما فسر العامل الثالث ٢٣,٢١%. من التباين بين الأقاليم الأرضيّة وقد اطلق على هذا العامل الأخطار الطبيعية . جدول (٩٢)

جدول (٢٩) مصفوفة تشبعات العوامل للاقاليم الأرضيّة

المتغير	العامل الأول	العامل الثاني	العامل الثالث
المساحة	-٠.٢٩٦	-٠.١٨٧	٠.٩٣٧
اقصى ارتفاع	-٠.٥٣٠	٠.٤٩٥	٠.٦٨٩
أدنى أرتفاع	٠.٢٩٠	٠.٩٥٠	٠.١١٩
الانحدار	-٠.٧٩٣	٠.٥٤٢	٠.٢٧٨
انجراف التربة	٠.٣١٧	-٠.٢٧٧	-٠.٩٠٧
الامطار	-٠.٦٦٩	٠.٧٤٣	٠.٠٠٩
الاستعمال	٠.٩٤٧	-٠.٠١٧	-٠.٣٢١
NDVI	-٠.١٤٤	٠.٧٦٧	٠.٦٢٦
SAVI	-٠.٩٨١	٠.١٤٥	-٠.١٢٨
كروما	-٠.٥٠٢	٠.٥٨٦	٠.٦٣٦
SBI	٠.٥٩٨	٠.٤٤٤	٠.٦٦٧
نوع التربة	٠.٩٤٧	-٠.٠١٧	-٠.٣٢١
الرمل	-٠.٠٤٩	-٠.٩٩٨	-٠.٠٤٦
الطين	٠.٢٠٨	٠.٩٥٦	٠.٢٠٧
السلت	٠.٣٨٠	٠.٩٨٠	-٠.١٢٢
القوام	-٠.٧٧٠	-٠.٣٥٠	٠.٥٣٤
النفاذية	٠.٧٧٠	٠.٣٥٠	-٠.٥٣٤
كثافة التصريف	-٠.٨٣٢	-٠.٥٥٠	-٠.٠٦٩
الفيضانات	٠.٦٢١	-٠.٥٥٧	-٠.٥٥١
الجيولوجيا	٠.٩٤٧	-٠.٠١٧	-٠.٣٢١
النبات الطبيعي	٠.٩٤٧	-٠.٠١٧	-٠.٣٢١

التباين بين النظم الأرضية

اختبرت مصفوفة المتغيرات للنظم الأرضيّة الثلاثة عشر (ملحق ٣) من خلال التحليل العامليّ وقد أثبتت نتائج التحليل وجود خمسة عوامل تفسر نحو ٨٥,٥٩% من التباين بين النظم الأرضيّة، وقد فسر العامل الأول ٢٥,٤٨%، من التباين بين النظم بينما فسرت باقي العوامل ١٩,٧٥%، ١٦,٢٢، ١٣,٣٥، ١٠,٧٨% على التوالي، ومن الجدول (٣٠) الذي يوضح تشبعات العوامل نلاحظ ارتباط العامل الأول بالخصائص المورفولوجية للنظم الأرضيّة بينما ارتبط العامل الثاني بخصائص التربة بينما ارتبطت باقي العوامل بالموارد الأرضيّة وخطر الانجراف وخطر الفيضانات على التوالي.

جدول (٣٠) مصفوفة تشبعات العوامل للنظم الأرضيّة

المتغير	العامل الأول	العامل الثاني	العامل الثالث	العامل الرابع	العامل الخامس
المساحة	٠.٢٦٣	-٠.٣٧٤	-٠.٠٤٣	٠.٦٤٤	-٠.١٢٥
اقصى ارتفاع	٠.٧٦٥	-٠.٠٠٢	٠.٠٨٩	٠.٥٥٦	-٠.٠٨٤
أدنى أرتفاع	٠.٤٩١	٠.٣٩٦	٠.٥٩٧	٠.٣٣٤	٠.٠١٠
الانحدار	٠.٨٢٨	٠.١٢٢	-٠.١٨١	٠.٢٣٤	٠.٠٠١
انجراف التربة	-٠.٢٦٣	-٠.٢١٥	-٠.١٧٤	-٠.٨٢٢	٠.٠٥٨
الامطار	٠.٨٢٠	-٠.٢٦٣	٠.٠٦٩	-٠.٢١٨	-٠.٣٣٧
الاستعمال	-٠.٨٦٨	-٠.٢٧٣	-٠.٢١٤	-٠.١٨١	-٠.٠٦٧
NDVI	٠.٤٥٧	٠.١٢٨	٠.٦٨٦	٠.٣٦٧	-٠.٣٤٤
SAVI	٠.٤٨٦	٠.١٢٥	٠.٦١٦	٠.٢٦٣	-٠.٤٣٩
كروما	٠.٥٢٥	-٠.٢١٥	٠.١١٤	٠.٢٦٩	-٠.٥٨٧
sbi	٠.٠٤٩	-٠.٢٥٢	٠.٨٣٠	-٠.٠١٥	-٠.١٠٨
نوع التربة	-٠.٤٢٤	٠.٠٩٤	٠.٨٢٩	-٠.٠٥٣	-٠.٠٠٤
الرمل	-٠.١٧٠	-٠.٩٦٨	٠.٠٦١	٠.٠٦٠	٠.١٠٥
الطين	٠.١٢٢	٠.٩٠٨	٠.١٩٦	-٠.٠٠٢	-٠.٢٤٠
السلت	٠.١٨٤	٠.٩١٦	-٠.٢٧٢	-٠.٠٩٧	٠.٠١٠
القوام	-٠.١٦٢	٠.٥٨٨	٠.٤٦٨	٠.٠٩٢	٠.٤٣٣
النفاذية	-٠.٠١٤	٠.١٤٣	-٠.٠٦٦	-٠.٨٤١	-٠.٠٤٦
كثافة التصريف	٠.١٦٨	-٠.٤١٩	-٠.١٣٨	٠.١٠٣	٠.٧٩٥
الفيضانات	-٠.٣٩٥	-٠.٠١٠	-٠.٥٣٥	-٠.١٥٦	٠.٦٥٦
الجيولوجيا	-٠.٥٠٨	٠.٥٥٥	٠.٢٠٦	-٠.٣٠٨	٠.٣٥٠
النبات الطبيعي	-٠.٩١٠	-٠.٢٠٩	-٠.٠٢١	-٠.١٤٠	٠.٠٩٦

ولتصنيف الوحدات الأرضيّة وفقاً للتحليل العاملي تم الاعتماد على الدرجات المعيارية للوحدات الأرضيّة فهي قيماً معيارية تقيس ارتباط الحالات بالعوامل التابعة لها، وترجع أهمية استخدامها إلى انها تكشف عن تباين الحالات والتي تمثل الوحدات الأرضيّة، وتتباين قيم الدرجات العاملية بين قيم موجبة وأخرى سالبة ملحق (٤) وتمثل القيم الموجبة الارتباط بين الوحدة الأرضيّة والمتغيرات التي تم اشتقاقها، بينما تمثل القيم السالبة ارتباط بسيط بين الوحدات الأرضيّة والمتغيرات المشتق منها العامل.

ومن خلال الملحق (٤) يتضح أن العامل الأول والذي سبق تسميته بخصائص التربة قد تكثفت حوله الوحدات الأرضيّة الآتية:

- أسطح من بقايا الحجر الرملي في نظام الجرانيت شديد التضرس
- سفوح الحضيض في نظام الجرانيت شديد التضرس
- سفوح الحضيض في نظام الجرانيت متوسط التضرس
- مجاري أودية في نظام الجرانيت متوسط التضرس
- مراوح فيضية في نظام الجرانيت متوسط التضرس
- مراوح فيضية في نظام غرابن الجليف
- مسطحات طينية في نظام الحجر الرملي الكامبري
- مسطحات طينية في أراضيّ الانسلبرج
- سفوح الحضيض في أراضيّ الانسلبرج
- سفوح الحضيض في أراضيّ القارات
- مسطحات طينية في أراضيّ القارات
- سفوح الحضيض في نظام الحجر الرملي السيلوري
- سفوح الحضيض في نظام الحجر رمل الكرنب
- مجاري أودية في نظام الحجر رمل الكرنب
- مراوح ذات نشاط حتي في نظام البهادا
- أراضيّ مراوح غير نشطة في نظام البهادا
- بقايا شؤاطي مرفوعة في نظام ساحل العقبة
- مراوح بليوستيسنية شديدة التقطع في نظام ساحل العقبة
- مراوح حديثة غير مقطعة في نظام ساحل العقبة
- مراوح ذات نشاط حتي في نظام ساحل العقبة

ـ أراضيّ طينية في نظام السبخات والخبرات

أما العا مل الثاني الذي سمي بخصائص الموارد الأرضيّة فقد تكثفت حوله الوحدات الأرضيّة الآتية:

ـ أراضيّ البيدمنت في نظام الجرانيت شديد التضرس.

ـ أراضيّ البيدمنت في نظام الجرانيت متوسط التضرس.

ـ مصاطب صخرية في نظام الجرانيت متوسط التضرس.

ـ منحدرات ميل كويستا في نظام غرابن الجليف.

ـ بقايا أسطح تحاتية في نظام غرابن الجليف.

ـ أراضيّ البيدمنت في نظام الحجر الرملي الكامبري.

ـ أراضيّ تغطيها فرشات رملية في نظام الحجر الرملي الكامبري.

ـ كثبان الظلال في نظام الحجر الرملي الكامبري.

ـ أراضيّ بيدمنت في أراضيّ الانسلبرج .

ـ أراضيّ تغططيها فرشات رملية في أراضيّ الانسلبرج.

ـ أسطح شبه مستوية محاطة بجروف حادة في أراضيّ الانسلبرج.

ـ كثبان رملية في أراضيّ الانسلبرج.

ـ أسطح عليا مستوية في أراضيّ القارات.

ـ أسطح عليا مستوية في أراضيّ القارات.

ـ بيدمنت في أراضيّ القارات.

ـ حماد صخري في أراضيّ القارات

ـ أراضيّ تغطيها فرشات رملية في أراضيّ القارات

ـ بيدمنت في نظام الحجر الرملي السيلوري

ـ حماد رملي في نظام الحجر الرملي السيلوري

- كثبان رملية في نظام الحجر الرملي السيلوري
- أسطح عليا محدبة في نظام الحجر الرملي السيلوري
- منحدرات كويستا راس النقب في نظام حجر الكلس الايكونويدي السيلسي
- أراضيّ متموجة في نظام حجر الكلس الايكونويدي السيلسي
- نباك في نظام الكثبان الرملية
- فرشات رملية في نظام الكثبان الرملية
- كثبان هلالية في نظام الكثبان الرملية
- كثبان الظلال في نظام الكثبان الرملية
- الساحل الرملي في نظام الكثبان الرملية
- أراضيّ رملية وغررينية انتقالية في نظام الكثبان الرملية

أما العامل الثالث وهو عامل الفيضان فقد تكثفت حوله الوحدات الأرضيّة الآتية:

- سفوح الهشيم في نظام الجرانيت شديد التضرس
- مجاري أودية في نظام الجرانيت شديد التضرس
- كديوات في نظام الحجر الرملي الكامبري
- مجاري أودية في نظام الحجر الرملي الكامبري
- سفوح الهشيم في نظام الحجر الرملي الكامبري
- كديوات في أراضيّ الانسلبرج
- مجاري أودية في أراضيّ الانسلبرج
- مصاطب صخرية في أراضيّ الانسلبرج
- سفوح الهشيم في أراضيّ الانسلبرج
- سفوح الهشيم في أراضيّ القارات

ـ مجاري أودية في أراضيّ القارات

ـ مجاري أودية في نظام الحجر الرملي السيلوري

ـ مجاري أودية في نظام حجر الكلس الايكونويدي السيلسي

ـ هوامش ملحية في نظام أراضيّ السبخات والخبرات

وتكثف حول العامل الرابع الذي سبق تسميته عامل الانجراف الوحدات الأرضيّة الآتية:ـ

ـ ذرى جرنيتية مذببة في نظام الجرانيت شديد التضرس

ـ سفوح شديدة الميل في نظام الجرانيت شديد التضرس

ـ مصاطب صخرية في نظام الجرانيت شديد التضرس

ـ مصاطب لحقية في نظام الجرانيت شديد التضرس

ـ سفوح عليا محدبة في نظام الجرانيت متوسط التضرس

ـ سفوح مستقيمة متوسطة الميل في نظام الجرانيت متوسط التضرس

ـ مصاطب صخرية في نظام الجرانيت متوسط التضرس

ـ حافة كويستا في نظام غرابن الجليف

ـ اعراف نافرة في نظام غرابن الجليف

ـ الأسطح العليا في نظام الحجر الرملي الكامبري

ـ سفوح مستقيمة شديدة الانحدار في نظام الحجر الرملي الكامبري

ـ حوائط راسية في نظام الحجر الرملي الكامبري

ـ أسطح عليا (مستوية ـ قبابية) في أراضيّ الانسلبرج

ـ سفوح شديدة الميل في أراضيّ الانسلبرج

ـ حوائط راسية في أراضيّ الانسلبرج

ـ سفوح لطيفة الميل في أراضيّ القارات

ـ سفوح متوسطة الميل في نظام الحجر الرملي السيلوري

ـ حافات نحت صدعية في نظام حجر الكلس العقيدي

ـ ظهور الخنازير في نظام حجر الكلس العقيدي

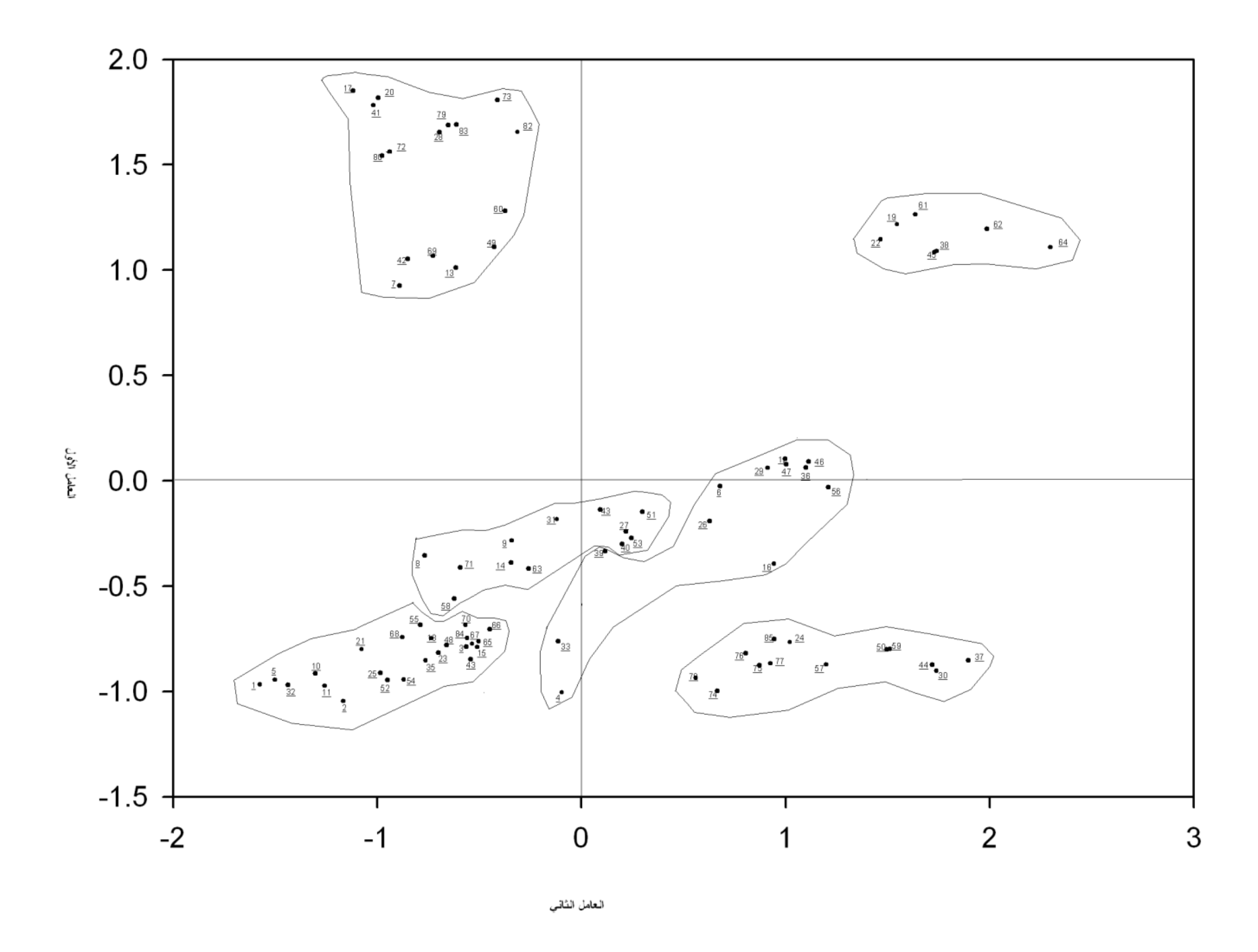
ـ منحدرات نحت في نظام حجر رمل الكرنب

لإلقاء المزيد من الوضوح على الأصناف الأرضيّة التي أفرزتها العوامل السابقة، ولكون العامل الأول يفسر (٢٧,٢٣%)، والعامل الثاني يفسر (١٦,٦٣%) من التباين المفسر وبقيم مميزة (٥,٧٢، ٣,٤٩) لكل منهما على التوالي فقد اعتمد العامل الأول مقابل العامل الثاني لتصنيف الوحدات الأرضيّة، وقد أفرزت هذه العلاقة المجموعات ست مجموعات أرضيّة الموضحة في الشكل (٤١)

التحليل العنقودي Cluster Analysis

استخدم هذا الأسلوب لكي يتسنى لنا التأكد من دقة النتائج التي تم التوصل إليها في التحليل العاملي وإمكانية المقارنة بين اكثر من أسلوب إحصائيّ.

تقوم فكرة التحليل العنقودي Cluster Analysis على تجميع الوحدات الأرضيّة المتشابهة في منظومة متجانسة من خلال تأثرها بالمتغيرات وانعكاس ذلك في تأثيرها على قابلية الأرض لاستعمال محدد، وتتم عملية تصنيف المجموعات الرئيسة على أساس مستوى التجانس فيما بينها (Farhan, ١٩٨٩). وتعد عملية التصنيف أمراً هاماً للتمييز بين الأنماط الأرضيّة المتجانسة سواء أكان التجانس من خلال الدرجات العاملية للعوامل التي يحددها التحليل العاملي أم من خلال البيانات الأصلية في مصفوفة البيانات .

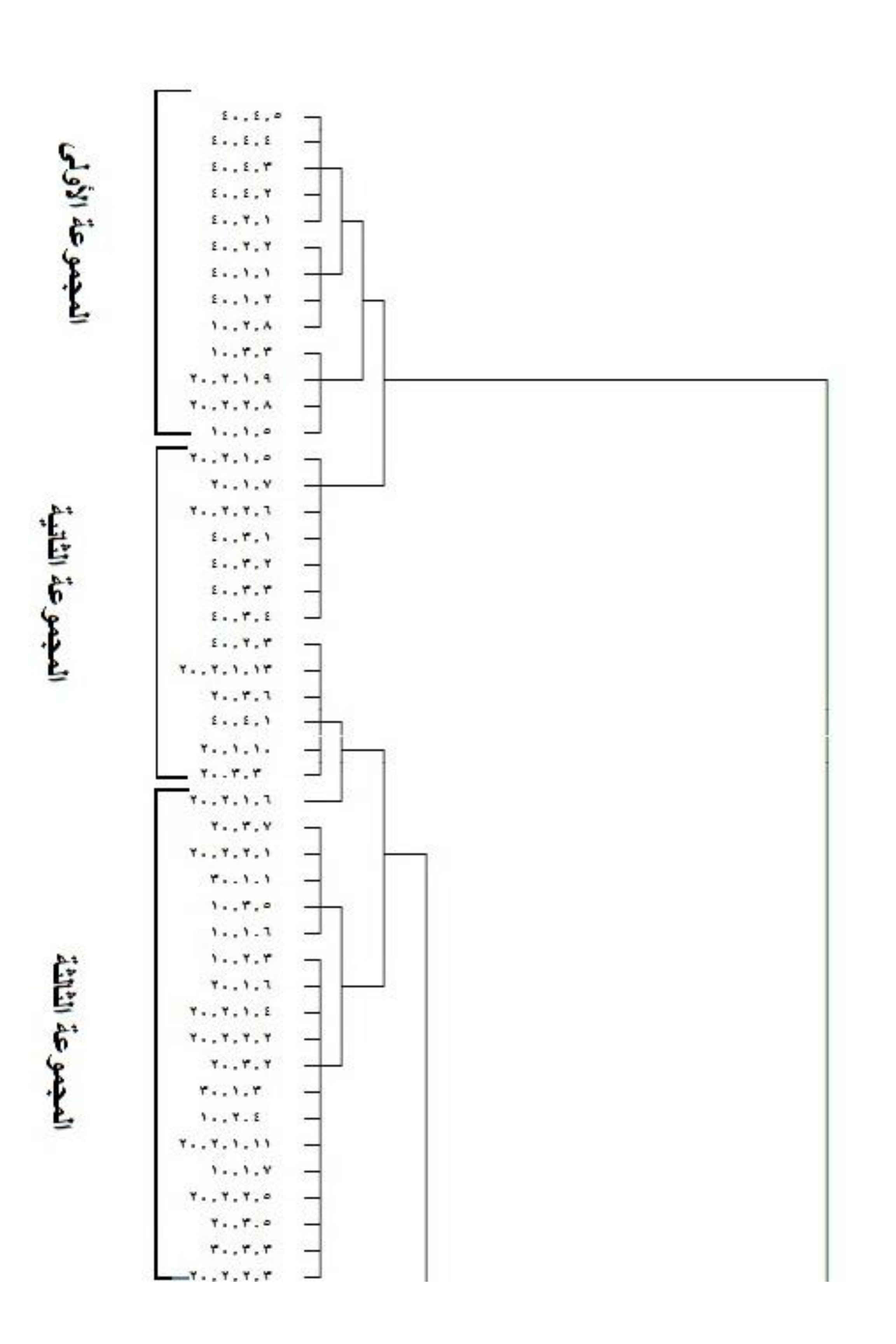


شكل (٤١) توزيع الدرجات العاملية للعامل الأول مقابل العامل الثاني

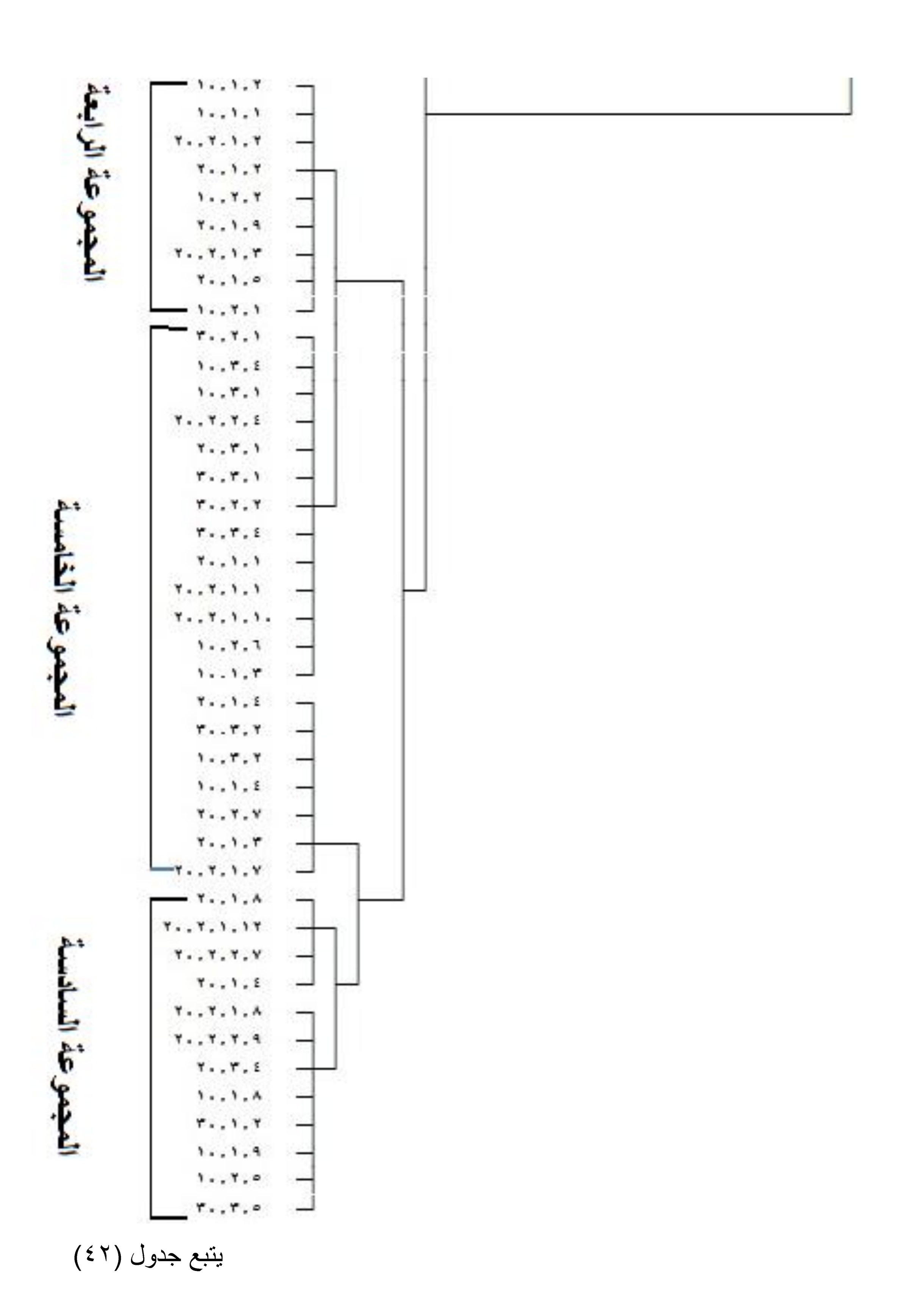
طبق أسلوب التحليل العنقودي على المصفوفة المعيارية (٨٥ وحدة أرضيّة× ٢١ متغير) بهدف تصنيف الوحدات الأرضيّة إلى مجموعات متشابهة حيث استخدم طريقة Ward وصنفت الوحدات الأرضيّة إلى ست مجموعات أرضيّة وهي (شكل ٤٢):

الصنف الأول : ويشمل الوحدات الأرضيّة الأتية:

- مراوح بليوستيسنية شديدة التقطع في نظام ساحل العقبة
- مراوح حديثة غير مقطعة في نظام ساحل العقبة
- مراوح ذات نشاط حتي في نظام ساحل العقبة
- مراوح ذات نشاط حتي في نظام البهادا



شكل (٤٢) الاصناف الأرضية باستخدام التحليل العنقودي



يتبع جدول (٤٢)

- مراوح غير نشطة في نظام البهادا
- مراوح فيضية في نظام جرانيت متوسط التضرس
- مراوح فيضية في نظام غرابن الجليف
- بقايا شؤاطي مرفوعة في نظام ساحل العقبة
- أراضيّ طينية في نظام السبخات والخبرات
- مسطحات طينية في نظام الحجر الرملي الكامبري
- مسطحات طينية في أراضيّ الانسلبرج
- مسطحات طينية في أراضيّ القارات
- هوامش ملحية في نظام السبخات والخبرات

الصنف الثاني: ويشمل الوحدات الأرضيّة الآتية:

- أراضيّ تغطيها فرشات رملية في أراضيّ الانسلبرج
- أراضيّ تغطيها فرشات رملية في نظام الحجر الرملي الكامبري
- أراضيّ تغطيها فرشات رملية في أراضيّ القارات
- نباك في نظام الكثبان الرملية
- أراضيّ انتقالية غرينية ورملية في نظام السبخات والقارات
- فرشات رملية في نظام الكثبان الرملية
- كثبان الظلال في نظام الكثبان الرملية
- كثبان رملية في أراضيّ الانسلبرج
- كثبان رملية في نظام الحجر الرملي السيلوري
- ساحل رملي في نظام ساحل العقبة
- حماد رملي في نظام الحجر الرملي السيلوري
- كثبان هلالية في نظام الكثبان الرملية
- كثبان الظلال في نظام الحجر الرملي الكامبري

الصنف الثالث: ويشمل الوحدات الأرضيّة الآتية:

- أسطح شبه مستوية محاطة بجروف حادة في أراضيّ الانسلبرج
- أسطح عليا محدبة في نظام الحجر الرملي السيلوري
- أسطح عليا مستوية في أراضيّ القارات

- منحدرات كويستا راس النقب في نظام حجر الكلس الايكونويدي السيلسي
- منحدرات ميل كويستا في نظام غرابن الجليف
- بقايا أسطح تحاتية في نظام غرابن الجليف
- بيدمنت في نظام جرانيت شديد التضرس
- بيدمنت في نظام جرانيت متوسط التضرس
- بيدمنت في نظام الحجر الرملي الكامبري
- بيدمنت في أراضيّ الانسلبرج
- بيدمنت في أراضيّ القارات
- بيدمنت في نظام الحجر الرملي السيلوري
- أراضيّ متموجة في نظام الكلس الايكونويدي
- سفوح الحضيض في نظام جرانيت متوسط التضرس
- سفوح الحضيض في أراضيّ الانسلبرج
- سفوح الحضيض في نظام جرانيت شديد التضرس
- سفوح الحضيض في أراضيّ القارات
- سفوح الحضيض في نظام الحجر الرملي السيلوري
- سفوح الحضيض في نظام حجر رمل الكرنب
- حماد صخري في أراضيّ القارات
- منحدرات ميل كويستا في نظام غرابن الجلف

الصنف الرابع : ويشمل الوحدات الأرضيّة الآتية:

- سفوح شديدة الميل في نظام الجرانيت شديد التضرس
- سفوح شديدة الميل في أراضيّ الانسلبرج
- سفوح مستقيمة شديدة الانحدار في نظام الحجر الرملي الكامبري
- سفوح مستقيمة متوسطة الميل في نظام الجرانيت متوسط التضرس
- حوائط راسية في نظام الحجر الرملي الكامبري
- حوائط راسية في أراضيّ الانسلبرج
- أسطح من بقايا الحجر الرملي في نظام الجرانيت شديد التضرس
- سفوح عليا محدبة في نظام جرانيت متوسط التضرس
- ذرى جرنيتية مذببة في نظام الجرانيت متوسط التضرس

الصنف الخامس : ويشمل الوحدات الأرضيّة الآتية:

- تلال منعزلة في نظام حجر رمل الكرنب
- حافات نحت صدعية في نظام حجر الكلس العقيدي
- اعراف نافرة في نظام غرابن الجليف
- حافة كويستا في نظام غرابن الجليف
- سفوح لطيفة الميل في أراضيّ القارات
- سفوح متوسطة الميل في نظام الحجر الرملي السيلوري
- منحدرات نحت في نظام حجر رمل الكرنب
- ظهور الخنازير في نظام حجر الكلس العقيدي
- كويستات متواضعة في نظام حجر رمل الكرنب
- الأسطح العليا في نظام الحجر الرملي الكامبري
- أسطح عليا (مستوية- قبابية) في أراضيّ الانسلبرج
- مصاطب صخرية في نظام الجرانيت شديد التضرس
- مصاطب صخرية في أراضيّ الانسلبرج
- مصاطب صخرية في نظام الجرانيت متوسط التضرس
- مصاطب لحقية في نظام الجرانيت شديد التضرس
- مصاطب لحقية في نظام الجرانيت متوسط التضرس
- كديوات في نظام الحجر الرملي الكامبري
- كديوات في أراضيّ الانسلبرج
- تلال منعزلة في نظام الكلس العقيدي

الصنف السادس: ويشمل الوحدات الأرضيّة الآتية:

- سفوح الهشيم في نظام الحجر الرملي الكامبري
- سفوح الهشيم في أراضيّ الانسلبرج
- سفوح الهشيم في أراضيّ القارات
- سفوح الهشيم في أراضيّ الجرانيت شديد التضرس
- مجاري أودية في نظام الحجر الرملي الكامبري
- مجاري أودية في أراضيّ الانسلبرج
- مجاري أودية في أراضيّ القارات

- مجاري أودية في نظام الحجر الرملي السيلوري
- مجاري أودية في نظام حجر الكلس الايكونويدي السيلسي
- مجاري أودية في نظام الجرانيت شديد التضرس
- مجاري أودية في نظام الجرانيت متوسط التضرس
- مجاري أودية في نظام حجر رمل الكرنب

اختبار التباين بين الأصناف الأرضيّة (التحليل التميزي)

تهدف الدراسة إلى اختبار الأصناف الأرضيّة التي ظهرت نتيجة للتحليل الإحصائي؛ ولتحقيق ذلك تم استخدام اسلوب التحليل التميزي المتعدد لاختبار التباين المعنوي بين الوحدات الأرضيّة التي تحتويها الأصناف التي أسفر عنها التحليل العنقودي والكشف عن العوامل المميزة المسئولة عن ايجاد فوارق بين الأصناف الأرضيّة المختلفة، وتحويلها إلى دلالات تميزية تفسر التباين بين المجموعات الأرضيّة.

وقد جاءت نتائج التحليل التميزي مرضية، حيث كان الفارق المعنوي، حيث كانت قيمة F عالية وبمستوى ثقة أكثر من ٩٩%، وقد فسرت الدالة الأولى والثانية (٥٥,٠٢%، ٢٩,٣٢%) على التوالي (جدول ٣١). مما يؤكد وجود فوارق معنوية بين الأصناف الأرضيّة ، وبالتالي يمكن اعتبار المجموعات الأرضيّة السبع التي أسفر عنها التحليل العامليّ وحدات متجانسة في خصائصها لأغراض التطوير لمعرفة أهم الحلول والمقترحات الملائمة.

جدول (٣١) الأهمية النسبية للدالات التميزيّة

الدالة	القيمة المميزة	التباين المفسر	التباين التراكمي	Wilks' Lambda	Chi-square	F	Sig.
الأولى	١٦.٦٩٢	٥٥.٠٢٣	٥٥.٠٢٣	٠.٠٠٠	٥٩٩.١٨	١٢١.٠٨	٠.٠٠٠
الثانية	٨.٨٩٦	٢٩.٣٢٤	٨٤.٣٤٦	٠.٠٠٨	٣٧٥.٠٨	٢٦.١١	٠.٠٠٠
الثالثة	٣.٢٦٧	١٠.٧٧١	٩٥.١١٨	٠.٠٨١	١٩٦.٣٠	٤٤.٠٢	٠.٠٠٠
الرابعة	١.٣٩٧	٤.٨٨٢	١٠٠	٠.٣٤٥	٨٣.١٢	٣٧.٤٦	٠.٠٠٠

تصنيف الوحدات الأرضيّة لأغراض التنمية

التنمية بمفهومها العام هي التغير المنشود، والتطوير الشامل للمجتمع بكامل فعاليته، وتكويناته حتى يقوى على إشباع الحاجات الأساسية لأفراده ويعمل على تحقيق الرفاهية لهم (بدران ١٩٨٩).

أما التنمية المستدامة (Sustainable Development) فهي السعي الدائم لتطوير الحياة الإنسانية مع الأخذ بعين الاعتبار قدرات النظام البيئي وعدم الإضرار به. ووفق لجنة العمل المنبثقة عن مؤتمرات البيئة (FAO, ٢٠٠١) فأن الإدارة التي تدمج ما بين الاستدامة الأرضيّة والتقنيات، والسياسات والنشاطات، بهدف المكاملة بين المبادئ والأهداف الاقتصادية، والاجتماعية، والمخاوف البيئية على شكل يحقق الأهداف الآتية:

١. الحماية Protection : ويقصد بها حماية المصادر الطبيعيّة وإمكاناتها من خلال منع تدهور نوعية التربة، والماء، والإبقاء على التنوع الوراثي، والموائل الحيوانيّة، والنباتيّة للأجيال القادمة.
٢. الإنتاجيّة Productivity: وتشمل الإنتاجية المادية من الموارد كتنوع الاستعمالات؛ لتعميم النفع منها مع ضمان إجراءات الوقاية والقيمة الجمالية للموارد.
٣. الأمن Security: أي تحقيق التوازن بين الاستعمال الأرضي والشروط البيئية السائدة بما يخفض الخطر الناتج عن مستويات الإنتاجية وكل ما يزيده .
٤. قابلية النجاح Viability: أي مضمون الفعالية الاقتصادية وذي جدوى اقتصادية وعدم الإبقاء على الاستعمالات الأرضيّة غير الفعالة.
٥. القبول Acceptability: بحيث يكون مقبو لا اجتماعيا؛ لأن عدم القبول الاجتماعي لأي استعمال أرضي بمرور الوقت قد يفشل.

ويمكن تعريف الإدارة البيئية على أنها دمج للمفاهيم والعمليات الإدارية مع صيغ الاستغلال الأرضي والمحافظة على الموارد الطبيعيّة والبشريّة، وهو ما يجعل هدفها النهائي هو التنمية المستدامة لإنسان ومجتمعه في أي مكان بما يضمن تحسين نوعية حياته، وحياة الأجيال القادمة في مجتمعه (توفيق ١٩٩٣).

وبذلك فإن الهدف النهائي للإدارة البيئية هو التنمية المستدامة بما يكفل تحقيق النمو الاقتصادي المقترن بارتقاء مستويات الرفاهية الإنسانية للأجيال القادمة، دون أن يكون ذلك على

حسابها وتهيئ للجيل الحاضر متطلباته الأساسيّة المشروع دون ان تخل بقدرة المحيط الطبيعي وبما لا يؤثر في حقوق الأجيال القادمة. وحتى تكون التنمية مستدامة يجب أن تتوفر لها عدة أسس (FAO, ٢٠٠٠)

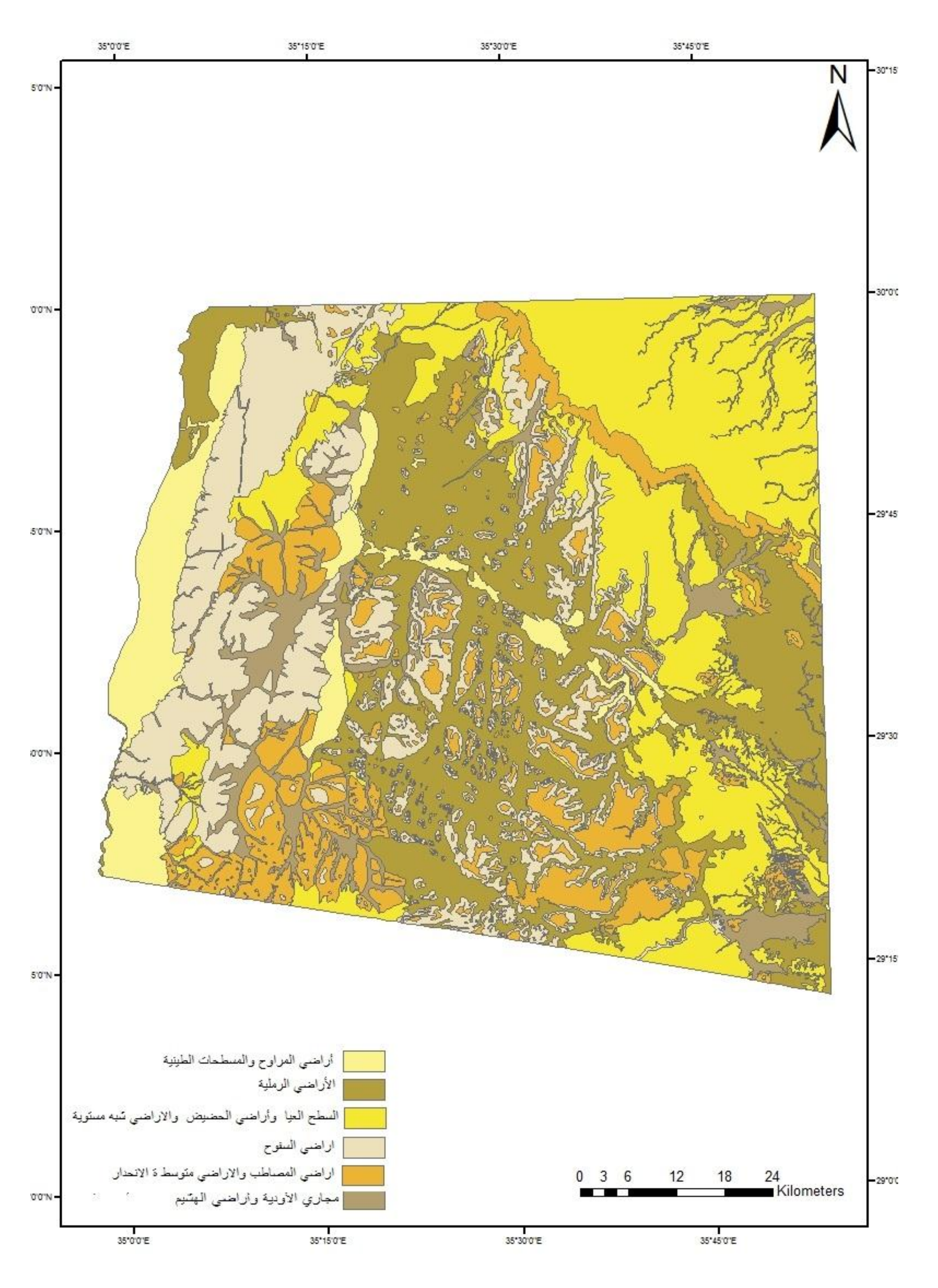
١. ألا تتجاهل الضوابط والمحددات البيئية.
٢. لا تؤدي إلى دمار الموارد الطبيعية واستنزافها.
٣. تؤدي إلى تطوير الموارد البشرية.
٤. واستجابة لتلك المفاهيم الخاصة بإدارة التنمية المستدامة

ومن أجل رفد إدارة منطقة الدراسة بكل ما يتعلق بالإدارة البيئية المستدامة، لابد من التعرف إلى الخصائص الطبيعية والاستعمال الأرضي، وتقييم الأراضيّ على شكل خرائط وانشاء قاعدة بيانات لمنطقة الدراسة.

ومن أجل تحقيق هذا الهدف واعتماداً على التحليل الإحصائي الذي أفرز لنا اربع عوامل هي:

١. خصائص التربة
٢. خصائص الموارد الأرضيّة
٣. الفيضان
٤. الانجراف

وتم التوصل إلى ست مجموعات أرضيّة باستخدام الدرجات العاملية للوحدات الأرضيّة وتوقيع الدرجات العاملية للعامل الأول مقابل العامل الثاني وقد تشابهت هذه النتائج مع المجموعات التي تم التوصل إليها باستخدام اسلوب التحليل العنقودي حيث أفرز لنا ست مجموعات أرضيّة يوضحها الشكل (٤٣).



شكل (٤٣) المجموعات الأرضيّة في منطقة الدراسة

الخصائص الطبيعية للمجموعات الأرضيّة وإدارتها

المجموعة الأولى: أراضيّ المراوح الفيضية والمسطحات الطينية

تضم هذه المجموعة ثلاث عشر وحدة أرضيّة وتغطي مساحة تقدر بنحو ٤٩٤ كم٢، أي ما يعادل ٧,٦٦ % من مساحة منطقة الدراسة ، ويبلغ معدل انحدارها ٣,٤ درجة. والجدول (٣٢) يوضح خصائص هذه المجموعة.

الإدارة البيئية

١. التوسع في المشاريع الزراعيّة في اطراف المسطحات الطينية مع الأخذ في الاعتبار زراعة الاصناف الملائمة للبيئة

٢. التوسع العمراني في مدينة العقبة وتشجيع الاستثمار بها

٣. حماية مناطق المراوح من خطر الفيضانات الفجائية من خلال إقامة السدود والحواجز.

٤. التوسع في زراعة المحاصيل الحقليّة والرعويّة وذلك لتوفر المياه الجوفية وكذلك الاستفادة من مياه السيول.

٥. تنفيذ مشاريع للحصاد المائي في أراضيّ المراوح الفيضية مع إعادة نشر البذور الرعوية التي تتحمل الجفاف والملوحة، لتطوير هذه الأراضيّ لأغراض الرعي.

٦. ضبط وتنظيم الرعي وتطوير الأراضيّ لأغراضه، والعمل على زيادة الغطاء النباتي الطبيعي بالحماية ونشر البذور الرعوية.

٧. اتخاذ تدابير المحافظة على البيئة وزيادة الوعي البيئي للتجمعات السكنية القريبة من المراكز السياحيّة.

٨. حماية الموارد المائية الجوفية والحد من الضخ الجائر خاصة المستخدمة في الزراعة المروية في أراضيّ القيعان الصحراويّة.

جدول (٣٢) الخصائص الطبيعية والمشكلات البيئية والحلول المقترحة للمجموعة الأولى

النظام الأرضي	الخصائص الطبيعية	الاستعمال السائد	الاستعمال المقترح
- مراوح بليوستيسنية شديدة التقطع في نظام ساحل العقبة - مراوح حديثة غير مقطعة في نظام ساحل العقبة - مراوح ذات نشاط حتي في نظام ساحل العقبة - مراوح ذات نشاط حتي في نظام البهادا - مراوح غير نشطة في نظام البهادا - مراوح فيضية في نظام جرانيت متوسط التضرس - مراوح فيضية في نظام غرابن الجليف - بقايا شؤاطي مرفوعة في نظام ساحل العقبة - أراضيّ طينية في نظام السبخات والخبرات - مسطحات طينية في نظام الحجر الرملي الكامبري - مسطحات طينية في أراضيّ الانسلبرج - مسطحات طينية في أراضيّ القارات - هوامش ملحية في نظام السبخات والخبرات	ـ تسود تكوينات رملية وطينية حديثة تتباين من رواسب ناعمة إلى تكوينات خشنة ثم تتحول إلى حصى وجلاميد عند أقدام المرواح الفيضية. ورواسب رملية وغرينية ناعمة في المسطحات الطينية . ـ تسود التربة الحصوية الصحراويّة في أراضيّ المراوح الفيضية، والتربة الكلسية الجافة في المسطحات الطينية. ـ يبلغ المعدل السنوي للتساقط ٢٧ ملم . - تبلغ كثافة التصريف المائي ١,٢كم/كم^{2} - مؤشر الاختلاف الخضري الطبيعي (NDVI) -٠,١٤ - معدل ملوحة التربة (SBI) ٤٣,٨١ معدل محتوى المادة العضوية (Chroma) - ٠,٤٤	تضم هذه المجموعة أراضيّ زراعيّة، ورعويّة، ومراكز عمرانيّة وسياحيّة، وأراضيّ جرداء	- المراكز العمرانية في مناطق بعيد عن الأراضيّ المعرضة للفيضانات، -الاستثمار السياحي لساحل العقبة. استغلال الموارد المعدنية زراعة اشجار النخيل وزراعة النباتات المقاومة للملوحة في أراضيّ المسطحات الطينية والاستفادة من الأمطار الإضافية التي تتلاقها هذه الأر اضي نتيجة انحدار المياه من الأرضي المرتفعة المحيطة بها. إقامة مشاريع زراعية في أطراف القيعان الصحراويّة
الاخطار الطبيعية	تتعرض هذه المجموعة لخطر الفيضانات الوامضة، كما تتعرض للانجراف القنوي، وانجراف التربة، وتعاني من تدهور الغطاء النباتي الطبيعي، ونقص محتوى المادة العضوية، وزيادة في ملوحة التربة.		
الحلول المقترحة	الابتعاد عن المناطق المعرضة للفيضانات ولاسيما أراضيّ المراوح النشطة، إقامة مشاريع الحصاد المائي لتبيث التربة بزراعة نباتات رعوية تلائم البيئة		

المجموعة الثانية: الأراضيّ الرملية

تضم هذه المجموعة اثنتي عشرة وحدة أرضيّة، وتغطي مساحة تقدر بنحو ١٢٩٠,٩٧كم٢، أي ما يعادل نحو ١٩,١٢% من مساحة منطقة الدراسة، ويبلغ معدل انحدار هذه الأراضيّ نحو ٣,٥ درجة

تتكون التكوينات الجيولوجية من تكوينات رملية وحصوية حديثة تغطيها تربة رملية وحصوية حديثة. ويبلغ معدل التساقط السنوي ٢٨ ملم، والأراضيّ في أغلبها عارية من الغطاء النباتي او تغطيها شجيرات من الغضا، والعرعر، والحنظل، والطرفة (جدول ٣٣).

الإدارة البيئية

١. تنفيذ برامج صيانة للتربة التي تعاني من الانجراف.
٢. إقامة محميات أثرية في الحميمة وزيادة التركيز والتوسع في محمية وادي رم.
٣. استغلال الموارد المعدنية والمتمثلة في السيليكا بشكل رئيس، وإقامة مصنع للزجاج وذلك لملائمة السيليكا المتوفرة ضمن هذه المنطقة للعديد من الصناعات الزجاجية.
٤. الإبقاء على النباتات الصحراويّة لدورها في المحافظة على رطوبة التربة

جدول (٣٣) الخصائص الطبيعية والمشكلات البيئية والحلول المقترحة للمجموعة الثانية

النظام الأرضي	الخصائص الطبيعية	الاستعمال السائد	الاستعمال المقترح
ـ أراضيّ تغطيها فرشات رملية في أراضيّ الانسلبرج ـ أراضيّ تغطيها فرشات رملية في نظام الحجر الرملي الكامبري ـ أراضيّ تغطيها فرشات رملية في أراضيّ القارات ـ نباك في نظام الكثبان الرملية ـ أراضيّ انتقالية غرينية ورملية في نظام السبخات والقارات ـ فرشات رملية في نظام الكثبان الرملية ـ كثبان الظلال في نظام الكثبان الرملية ـ كثبان رملية في أراضيّ الانسلبرج ـ كثبان رملية في نظام الحجر الرملي السيلوري ـ ساحل رملي في نظام ساحل العقبة ـ حماد رملي في نظام الحجر الرملي السيلوري ـ كثبان الظلال في نظام الحجر الرملي الكامبري	ـ تكوينات رملية وحصوية حديثة ـ وتسود تربة رملية وحصوية صحراويّة. ـ يبلغ معدل التساقط السنوي ٢٨ملم ـ تبلغ كثافة التصريف نحو ١ كم/كم٢ ـ مؤشر الاختلاف الخضري الطبيعي (NDVI) -٠,١٣ ـ معدل ملوحة التربة (SBI) ٤٩,٩١ معدل محتوى المادة العضوية (Chroma) ٠,٤٧ ـ معدل انجراف التربة ٠,٢٣	تضم هذه المجموعة أراضيّ مراعي كما تضم مراكز وعمرانية عند ساحل العقبة الرملي، غير أن معظم الأرضي جرداء خالية من اي استغلال. وتقع ضمن هذه الأراضيّ محمية رم الطبيعية.	ـ زراعة نباتات صحراوية لحماية الأراضيّ من الانجراف. ـ استغلال السيليكا والكاولين
الاخطار الطبيعية	انجراف التربة، تدهور الغطاء النباتي الطبيعي، وانخفاض محتوى المادة العضوية بالتربة ، وزيادة نسبة ملوحتها		
الحلول المقترحة	إقامة مصدات للرياح لمنع التربة من الانجراف والحد من تحرك الكثبان الرملية		

المجموعة الثالثة : السطوح العليا والأراضيّ شبه المستوية

تضم هذه المجموعة تسعة عشر وحدة أرضيّة، وتغطي مساحة تقدر بنحو ١٧١٧ كيلومتر مربع، أي ما يعادل ٢٥,٤٥% من منطقة الدراسة . ويبلغ معدل انحدارها ست درجات.

تتباين التكوينات الجيولوجية بين تكوينات الجرانيت، الجرانوديورايت، البلاجيوكليز التي تعود إلى ما قبل الكامبري، وتكوينات الحجر الجيري الكامبري والأردوفيشي والسيلوري، وكذلك تكوينات الكلس الكريتاسية. ويوضح الجدول (٣٤) الوحدات الأرضيّة المكونة لهذه المجموعة وأهم خصائصها.

الإدارة البيئية للمجموعة

١. إقامة تدابير صيانة التربة، والحد من انجرافها والتي تشمل على الحراثة الكنتوريّة فيها نظراً لاستواء سطحها وقلة انحدارها.
٢. ربط هذه المناطق بشبكة طرق رئيسة بكل من العقبة، ووادي رم؛ لاستغلال الموارد السياحيّة المتوفرة بها.
٣. استغلال المياه الجوفية وإقامة مشاريع رعوية، وزراعة غابات مثل النخيل والعرعر لملائمته للبيئة الصحراويّة
٤. اعتماد وتنفيد برامج تسميد والاستفادة من بقايا الحيوانات.
٥. إنشاء محميات طبيعية والتوسع في المشاريع السياحيّة.

جدول (٣٤) الخصائص الطبيعية والمشكلات البيئية والحلول المقترحة للمجموعة الثالثة

النظام الأرضي	الخصائص الطبيعية	الاستعمال السائد	الاستعمال المقترح
ـ أسطح شبه مستوية محاطة بجروف حادة في أراضيّ الانسلبرج ـ أسطح عليا محدبة في نظام الحجر الرملي السيلوري ـ أسطح عليا مستوية في أراضيّ القارات ـ منحدرات كويستا راس النقب في نظام حجر الكلس الايكونويدي السيلسي ـ منحدرات ميل كويستا في نظام غرابن الجليف ـ بقايا أسطح تحاتية في نظام غرابن الجليف ـ بيدمنت في نظام جرانيت شديد التضرس ـ بيدمنت في نظام جرانيت متوسط التضرس ـ بيدمنت في نظام الحجر الرملي الكامبري ـ بيدمنت في أراضيّ الانسلبرج ـ بيدمنت في أراضيّ القارات ـ بيدمنت في نظام الحجر الرملي السيلوري ـ سفوح الحضيض في نظام جرانيت متوسط التضرس ـ سفوح الحضيض في أراضيّ الانسلبرج ـ سفوح الحضيض في نظام جرانيت شديد التضرس ـ سفوح الحضيض في أراضيّ القارات ـ سفوح الحضيض في نظام الحجر الرملي السيلوري ـ سفوح الحضيض في نظام حجر رمل الكرنب أراضيّ متموجة في نظام الكلس	ـ تسود تكوينات متباينة من ما قبل الكامبري، والكامبري والأردوفيشي، والسيلوري، والكريتاسي، متكونة من الجرانيت، والحجر الرملي والكلس. ـ السطوح عارية أو تغطيها طبقة رقيقة من التربة . ـ يبلغ معدل التساقط السنوي نحو ٢٨ملم/ السنة ـ تبلغ كثافة التصريف ٠,٩٤كم/كم٢ ـ مؤشر الاختلاف الخضري الطبيعي (NDVI) -٠,١١ ـ معدل ملوحة التربة (SBI) ٤٦,٢٣ معدل محتوى المادة العضوية (Chroma) ٠,٤٧ ـ معدل انجراف التربة ٠,١٩	تمثل أراضيّ جرداء غير مستغلة	يمكن استغلال الأراضيّ مراكز سياحية لما تتمتع به من قيمة جمالية. زراعة أراضيّ الكلس قليلة الانحدار بالنباتات الرعوية واستغلال الأراضيّ المشرفة على حافة راس النقب غابات لتوفر المياه الجوفية المتمثلة في خزان الكرنب. كما تتمتع بوجود مناظر جمالية يمكن استغلالها كمناطق سياحية
الاخطار الطبيعية	تتعرض هذه الأراضيّ انجراف التربة، وتعاني من تدهور الغطاء النباتي الطبيعي، ونقص محتوى المادة العضوية، وزيادة في ملوحة التربة.		
الحلول المقترحة	زراعة نباتات مقاومة للجفاف لتثبيت الأراضيّ		

المجموعة الرابعة: أراضيّ السفوح

تضم هذه المجموعة تسع وحدات أرضيّة، تغطي مساحة قدرها ١٥٦٥,٤٤ كيلومتر مربع أي ما يعادل ٢٠,٤٦% من منطقة الدراسة، ويبلغ معدل الانحدار نحو ١٦ درجة.

تتباين التكوينات الجيولوجية بين جرانيت، وجرانوديورايت، بلاجيوكليز، وقواطع راسية تتأثر بالصدوع، حجر رملي تتباين في اعمارها بين الكامبري، والأردوفيشي، والسيلوري، وحجر رمل الكرنب، بالإضافة إلى حجر كلسي كريتاسي.

وتسود التربة الكلسيّة والرمليّة الصحراويّة التي تعاني من انخفاض محتواها من المادة العضويّة حيث يبلغ مؤشر محتوى التربة من المادة العضوية ٠,٤١، وكذلك ارتفاع نسبة الملوحة في التربة نتيجة الظروف المناخية السائدة، حيث يبلغ معدل التساقط السنوي ٣٠ملم (جدول ٣٥).

الإدارة البيئية للمجموعة

١. العمل على تثبيت المنحدرات واستقرارية السفوح من خلال التدابير الهندسية الملائمة سواء بإقامة المصاطب أو الجدران الاستنادية .

٢. يتم الاستفادة من هذه الأراضيّ ضمن خطط مستقبلية بأن تكون محميات طبيعية بعد أن يتم التأكد من قدرة نظامها الحيوي على استيعاب مثل تلك الاستخدامات.

المجموعة الخامسة: أراضيّ المصاطب والأراضيّ متوسطة الانحدار

تضم هذه المجموعة ثماني عشرة وحدة أرضيّة، تغطي مساحة قدرها ٦٩٩,٦٦كيلومتر مربع، أي ما يعادل ١٠,٣٦% من منطقة الدراسة، ويبلغ معدل الانحدار نحو ١٠,٥ درجة.

تتباين التكوينات الجيولوجية بين جرانيت، وجرانوديورايت، بلاجيوكليز، وقواطع راسية تتأثر بالصدوع، حجر رملي تتباين في اعمارها بين الكامبري، والأردوفيشي، والسيلوري، وحجر رمل الكرنب، بالإضافة إلى حجر كلسي كريتاسي (جدول ٣٦).

جدول (٣٥) الخصائص الطبيعية والمشكلات البيئية والحلول المقترحة للمجموعة الرابعة

النظام الأرضي	الخصائص الطبيعية	الاستعمال السائد	الاستعمال المقترح
- سفوح شديدة الميل في نظام الجرانيت شديد التضرس - سفوح شديدة الميل في أراضيّ الانسلبرج - سفوح مستقيمة شديدة الانحدار في نظام الحجر الرملي الكامبري - سفوح مستقيمة متوسطة الميل في نظام الجرانيت متوسط التضرس - حوائط راسية في نظام الحجر الرملي الكامبري - حوائط راسية في أراضيّ الانسلبرج - أسطح من بقايا الحجر الرملي في نظام الجرانيت شديد التضرس - سفوح عليا محدبة في نظام جرانيت متوسط التضرس - ذرى جرنيتية مذببة في نظام الجرانيت متوسط التضرس	ـ تتنوع التكوينات الجيولوجية بين جرانيت وقواطع راسية تتأثر بالصدوع، وحجر رملي كامبري وأردوفيشي وسيلوري، وتكوينات كريتاسية، وحجر رمل الكرنب. ـ بعض السفوح عارية بينما تسود التربة الكلسية والرملية الحصوية الصحراويّة في اجزاء اخرى. ـ معظم السفوح خالية من الغطاء النباتي، بينما تظهر بعض شجيرات الرتم والهاليسكيلون في بعض السفوح لطيفة الميل. ـ كثافة التصريف ٠,٤٤كم/كم٢ - معدل الانجراف ٠,٢ ـمؤشر الغطاء النباتي ٠,١١ _ مؤشر الغطاء النباتي المعدل -٠,١٧ - معدل ملوحة التربة ٤١,٣٨ معدل محتوى المادة العضوية ٠,٤١	أراضيّ جرداء	تعد هذه الأراضيّ وعرة لابد من عمل حواجز لحمايتها .
الاخطار الطبيعية	تتعرض لخطر انجراف التربة و تدهور الأراضيّ، كما تتعرض للانزلاقات الأرضيّة.		
الحلول المقترحة	اتخاذ التدابير اللأزمة لتثبيت المنحدرات واستقرار السفوح وحمايتها من أي انزلاقات قد تتعرض لها،		

جدول (٣٦) الخصائص الطبيعية والمشكلات البيئية والحلول المقترحة للمجموعة الخامسة

النظام الأرضي	الخصائص الطبيعية	الاستعمال السائد	الاستعمال المقترح
ـ تلال منعزلة في نظام حجر رمل الكرنب ـ حافات نحت صدعية في نظام حجر الكلس العقيدي ـ اعراف نافرة في نظام غرابن الجليف ـ حافة كويستا في نظام غرابن الجليف ـ سفوح لطيفة الميل في أراضيّ القارات ـ سفوح متوسطة الميل في نظام الحجر الرملي السيلوري ـ منحدرات نحت في نظام حجر رمل الكرنب ـ ظهور الخنازير في نظام حجر الكلس العقيدي ـ كويستات متواضعة في نظام حجر الكلس العقيدي ـ الأسطح العليا في نظام الحجر الرملي الكامبري ـ أسطح عليا (مستوية- قبابية) في أراضيّ الانسلبرج ـ مصاطب صخرية في نظام الجرانيت شديد التضرس ـ مصاطب صخرية في أراضيّ الانسلبرج ـ مصاطب صخرية في نظام الجرانيت متوسط التضرس ـ مصاطب لحقية في نظام الجرانيت شديد التضرس ـ مصاطب لحقية في نظام الجرانيت متوسط التضرس ـ كديوات في نظام الحجر الرملي الكامبري ـ كديوات في أراضيّ الانسلبرج	ـ تتنوع التكوينات الجيولوجية بين جرانيت وقواطع راسية تتأثر بالصدوع، وحجر رملي كامبري وأردوفيشي وسيلوري، وتكوينات كريتاسية، وحجر رمل الكرنب. ـ بعض السفوح عارية بينما تسود التربة الكلسية والرملية الحصوية الصحراويّة في اجزاء اخرى. ـ معظم السفوح خالية من الغطاء النباتي، بينما تظهر بعض شجيرات الرتم والهاليسكيلون في بعض السفوح لطيفة الميل. ـ كثافة التصريف ٠,٤٤كم/كم٢ ـ معدل الانجراف ٠,٢ ـ مؤشر الغطاء النباتي ـ ٠,١١ مؤشر الغطاء النباتي المعدل ـ٠,١٧ ـ معدل ملوحة التربة ٤١,٣٨ معدل محتوى المادة العضوية ٠,٤١	أراضيّ جرداء	الاستغلال السياحي للسفوح وذلك لما تتمتع به من قيمة جمالية، وترضي رغبات السياح الذين يفضلون رياضة التسلق.
الاخطار الطبيعية	تتعرض لخطر انجراف التربة و تدهور الأراضيّ.		
الحلول المقترحة	زراعة نباتات ملائمة للبيئة ومقاومة للجفاف لمنع انجراف التربة، وإقامة مصدات للرياح		

الإدارة البيئية

١. تنفيذ برامج صيانة للتربة التي تعاني من الانجراف
٢. التوسع في المشاريع السياحيّة وتوفير الخدمات السياحيّة .
٣. اتخاذ التدابير اللازمة التي من شأنها الحد من انجراف التربة، وحماية المنحدرات.

المجموعة السادسة أراضيّ الأودية وأراضيّ الهشيم

تضم هذه المجموعة عشر وحدات أرضيّة، يوضحها الجدول (٣٧) تغطي مساحة تقدر بنحو ٥٠٦,٤ كيلومتر مربع أي ما يعادل ٧,٥% من منطقة الدراسة. وتتباين هذه المجموعة في ارتفاعاتها بين ٣٠ - ١٣٢٠ متراً فوق مستوى سطح البحر ، ويبلغ معدل انحدارها ٥,٦ درجة.

تسود أراضيّ الأودية تكوينات رملية وحصوية حديثة، وتغطيها تربة صحراوية رمليّة وحصويّة، تعاني من أنخفاض محتواها من المادة العضوية وارتفاع نسبة الملوحة نتيجة الظروف المناخية السائدة حيث يبلغ معدل التساقط السنوي نحو ٣١ملم (جدول ٣٧).

الإدارة البيئية

١. تنفيد بناء سدود اعتراضية على مجاري الأودية التي تنتهي في وادي عربة، لحماية المراكز العمرانية والسياحيّة من خطر الفيضانات.
٢. تعزيز وزيادة الوعي المحلي ببعض المشكلات البيئية مثل انجراف التربة والفيضانات.
٣. نشر البدور الرعوية الملائمة للبيئة والتي تتحمل الجفاف، لغرض تطوير المراعي.

جدول (٣٧) الخصائص الطبيعية والمشكلات البيئية والحلول المقترحة للمجموعة السادسة

النظام الأرضي	الخصائص الطبيعية	الاستعمال السائد	الاستعمال المقترح
ـ مجاري أودية في نظام الجرانيت شديد التضرس ـ مجاري أودية في نظام الجرانيت متوسط التضرس ـ مجاري أودية في أراضيّ الحجر الرملي الكامبري ـ مجاري أودية في أراضيّ الأنسلبرج ـ مجاري أودية في أراصي القارات ـ مجاري الأودية في نظام الحجر الرملي السيلوري. ـ مجاري أودية حجر الكلس الايكونويدي ـ أراضيّ الهشيم في نظام الجراني شديد التضرس ـ أراضيّ الهشيم في نظام الحجر الرملي الكامبري أراضيّ الهشيم في نظام الحجر الرملي الأردوفيشي	ـ رواسب رباعية من الرمل الناعم إلى خشن. ـ تربة صحراوية رملية إلى حصوية ـ تسود شجيرات من السنط والعرعر والرتم والهاليسكون والغضا. ـ كثافة التصريف ٢,٧كم/كم٢ ـ معدل الانجراف ٠,١٩ ـ مؤشر الغطاء النباتي ٠,١٢_ مؤشر الغطاء النباتي المعدل - ٠,١٨ ـ معدل ملوحة التربة ٤٦,٧ معدل محتوى المادة العضوية ٠,٤٦	أغلبها أراضيّ جرداء وبعضها يستغل كمراعي.	استغلالها كمراع
الاخطار الطبيعية	انجراف التربة، الفيضانات الوامضة، تدهور الموارد الأرضيّة		
الحلول المقترحة	العمل على حماية التربة، المحافظة على النبات الطبيعي واستنبات نباتات مقاومة للجفاف.		

تصور مستقبلي لاستعمالات الأراضيّ في منطقة الدراسة

بالاعتماد على قاعدة بيانات منطقة الدراسة، وما تضمنته من بيانات وخرائط شملت الخصائص الجيولوجية، والمناخية، والتربة، والموارد الأرضيّة والأخطار الطبيعية وما تم التوصل إليه من تصنيف للأقاليم والنظم والوحدات الأرضيّة وتصنيفها إلى مجموعات أرضيّة أمكن اقترح نموذج لاستغلال هذه الأراضيّ تضمن الأصناف الآتية (شكل ٤٤) .

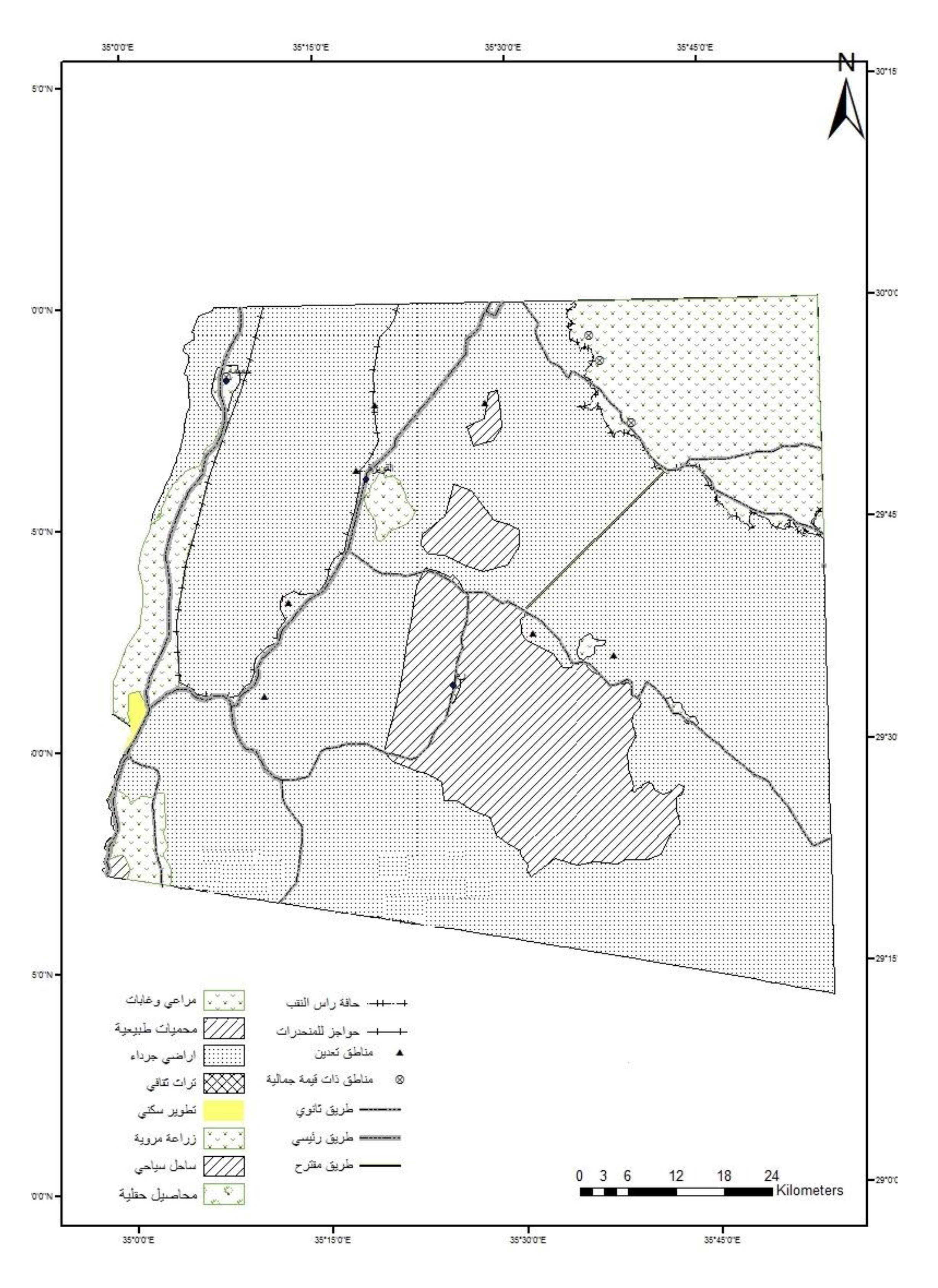
الاستثمار السياحي

من أنواع السياحة التي تلائم بها منطقة الدراسة رياضة تسلق الجبال حيث الارتفاعات العالية، وكذلك السياحة البيئية التي تركز على استغلال المناظر الطبيعية، وكذلك السياحة الثقافية والتراثية.

وتُعد أراضيّ الحسمى متحفاً طبيعياً، حيث الجبال المرتفعة، والتلال المتناثرة، والسهول الرملية المنبسطة، والقيعان الصحراويّة، ويقترن تنوع الأشكال الأرضيّة في بادية حسما بتعدد الوان الصخور الرملية، التي تتراوح بين الأبيض المغبر والأصفر القاني والأسود، مما يعطي هذه الأراضيّ اهمية سياحية (بحيري ١٩٩١).

كما تضم حافة رأس النقب على العديد من المناظر الطبيعية الخلابة حيث المنحدرات المطلة على بادية حسما ذات الصخور الرملية المتباينة الأشكال والألوان.

ويتنوع الإرث الثقافي ضمن منطقة الدراسة حيث يعتقد علماء الآثار أن منطقة رم من أوائل المناطق التي سكنها الإنسان في الأردن، فقد كشفت الحفريات في جنوب المنطقة عن وجود بقايا قرية تعود إلى ٤٥٠٠ سنة قبل الميلاد، كما تظهر بقايا هيكل صغير على تلة وسط الوادي ويعتقد انه هيكل نبطي يعود للقرن الأول قبل الميلاد (الزلابية، ١٩٩٨).



شكل (٤٤) تصور لاستعمالات الأراضي في منطقة الدراسة

وتتميز العقبة بالعديد من المقومات السياحيّة التي تؤهلها لتكون واحدة من أهم المدن السياحيّة العربيّة العالميّة حيث، وتلعب الظروف الطبيعية دوراً بارزاً ومهماً في استقطاب السياح، فمناخ العقبة معتدل قليل الأمطار شتاء، حار جاف صيفاً مما جعلها هدفاً مثالياً للباحثين عن الشمس والدفء .

وتزخر حميمة بالعديد من المواقع الأثرية التي تمثل مختلف الحقب الزمنية والحضارات التي تعاقبت عليها منذ العصور القديمة مروراً بالعصر النبطي والروماني والبيزنطي وانتهاء بالعصر الإسلامي.

ويعد القطاع السياحي من القطاعات الاقتصاديّة التي برزت أهميتها في الدخل القومي الأردني والتي توليها الحكومة الأردنية اهتماماً بالغاً. وتتوفر في منطقة الدراسة العديد من المقومات السياحيّة التي تجعلها مركزاً لجذب السياحة الداخلية والخارجية.

نظراً لما تتمتع به منطقة الدراسة من مقومات السياحة البيئية ولذلك يعد الاستثمار السياحي من المشاريع الناجحة، إذ يمكن استثمار هذه المنطقة سياحياً من خلال الاستفادة من المناظر الطبيعية، وتسلق الجبال، والمناطيد، ورياضة التحمل. وفي سبيل تحقيق ذلك لابد من توفير الخدمات السياحيّة من استراحات ومطاعم، وربط المناطق السياحيّة بشبكة من الطرق التي تربطها بمدينة العقبة والتي تعد مركزاً سياحياً لباقي المناطق. وفي ضوء المعطيات المتوفرة تم اقتراح طريق للربط بين وادي رم وراس النقب كما هو موضح في (الشكل ٤٤).

الرعي والغابات

يعد النشاط الرعوي أحد الأنشطة التي تمارس في منطقة الدراسة في وادي عربة وأراضيّ الكلس لسهولة التضاريس، وتوفر المياه الجوفية، وتوفر الشجيرات الرعوية، مثل الغضا والطرفا والرتم. وعلى الرغم أن الغطاء النباتي يقتصر على الأودية والسهول الرملية التي تستقبل أمطار المناطق المحيطة إلا انها مصدراً هاماً للرعي.

تميزت منطقة راس النقب بنمو غابات الصنوبر الفينيقي كما لازالت أشجار النخيل تنمو في أراضي وادي عربة، لذلك تقترح الدراسة التوسع في زراعتها ضمن هذه الأراضي،

الاستثمار الزراعي

تنتشر الزراعة على أطراف القيعان الصحراويّة كما هو الحال على أطراف قاع الديسى، وقاع أم سلب وسهل الصوانة، وكذلك في الحميمة في وادي عربة . وتعتمد الزراعة بهذه المناطق على المياه الجوفية، وتستخدم طريقة الري المحوري من الآبار الارتوازية في قاع الديسي.

والزراعة في منطقة الدراسة من نوع الزراعة المروية حيث تتميز منطقة الدراسة بالجفاف وتعتمد في ريها على المياه الجوفية في حوض الديسي ووادي عربة.

نظراً لتوفر مقومات الزراعة المتمثلة في المياه الجوفية من حوض الديسى يمكن تطوير هذا المورد من خلال التوسع في المشاريع الزراعيّة حول القيعان الصحراويّة مع الأخذ في الاعتبار زراعة الاصناف التي تتلاءم والبيئة الصحراويّة.

التعدين

إن الأرض وما تحتويه من موارد وثروات طبيعيّة هي الركيزة الأساسية لأي دولة، ويقاس نمو وتطور وتقدم أي بلد بقدر ما يستغل من ثرواته الطبيعية الاستغلال الأمثل.

تتمتع رمال السيليكا في منطقة الدراسة بمواصفات ممتازة فهي رمال بيضاء قليلة الشوائب سهلة التعدين بالطرق السطحية، وقريبة من الميناء. معظم الإنتاج كمادة غير مصنعة يذهب للاستهلاك المحلي ويصدر القليل منه.

أجريت دراسة متكاملة على رمال السيليكا لمعرفة الخصائص الكيميائية والفزيائية والمعدنية على المستوى المخبري وقد أظهرت النتائج إمكانية الحصول على منتج رمال سيليكا عالية النقاوة ورمل زجاجي بحجم حبيبي ما بين (١٢٥ـ ٥٠٠) ميكرون بجودة عالية. مما يمكن استخدامه في الدهانات والمطاط والسيراميك، ولإنتاج سيليكات الصوديوم التي تدخل في صناعة المنظفات الكيماوية. (حمارنة، مدانات، ٢٠١٠)

ونظراً لعدم وجود مصنع زجاج، تعد فرصة استثمارية وذلك لتوفر الخام عالي النقاوة الذي يمكن أن يصنع منه ليس فقط الألواح، والعبوات الزجاجية بل يمكن أن تنشأ صناعة متطورة لزجاج البصريات والكريستال.

وتعد صناعة الاسمنت من الصناعات التي تعتمد على الكاؤلين الذي يتواجد في كل من بطن الغول والحصوة دبيدب واستغلت على نطاق محدود.

ويعد الفلسبار أحد مكونات صخر الجرانيت وهو خليط يتكون من سيليكات الألمنيوم البوتاسية والصودية والكلسية، ويتكشف الجرانيت الصالح لإنتاج الفلسبار في منطقة العقبة . حيث يتم تعدين الخام من الجرانيت المطحون المتواجد في الأودية بسبب وجود الصخور المتكسرة وسهولة التعدين (حمارنة، مدانات، ٢٠١٠).

تكمن أهمية مناطق الخام لقربها من ميناء العقبة، ويتطلب استغلال هذا المعدن استثماره بشكل منظم واجراء عمليات تنقيب ودراسات صناعية .

التطوير السكني

يرتبط التطوير السكني بمدينة العقبة الواقعة على خليج العقبة ، وهي مركز محافظة العقبة تميز مدينة العقبة بأنها منطقة استراتيجية والمنفذ البحري الوحيد للأردن، وتشتهر العقبة كمنطقة للغوص وبشواطئها المطلة على البحر الأحمر .

تضم مدينة العقبة العديد من المنشآت الصناعية الهامة، والمناطق التجاريّة الحرة، ومطار الملك حسين الدولي وتعد مركزا إداريّا مهما في منطقة أقصى جنوب الأردن. ويقدر عدد سكان المدينة بحوالي ١٠٣،٠٠٠ نسمة.

تضم الدراسة العديد من المنحدرات الوعرة والخطرة منها حافة راس النقب وأراضي السفوح في كل من أراضي الجرانيت وتكوينات الكامبري والأردوفيشي، لذلك اقرح إقامة حواجز للحد من الأخطار المترتبة على مثل هذه السفوح.

الخاتمة

١. أمكن تقسيم منطقة الدراسة بناء على الخصائص الطبيعة إلى أربعة أقاليم أرضيّة هي:

- إقليم أراضيّ الجرانيت.
- إقليم أراضيّ الحجر الرملي.
- إقليم الحجر الكلسي.
- إقليم وادي عربة وساحل العقبة.

صنفت هذه الأقاليم إلى ثلاثة عشر نظاماً أرضيّاً حيث صنف اقليم الجرانيت إلى ثلاثة نظم أرضيّة، واقليم الحجر الرملي إلى ثلاثة نظم أرضيّة ويتفرع عن نظام الحجر الرملي الأردوفيشي نظامان فرعان، وصنف اقليم الحجر الكلسي إلى ثلاثة نظم وإقليم وادي عربة وساحل العقبة اربعة نظم أرضيّة. وتم تصنيف هذه النظم إلى ٨٥ وحدة أرضيّة مثلت في خريطة الوحدات الأرضيّة.

٢. ساهمت بيانات الوحدات الأرضيّة باستخدام برمجيات الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية في بناء قاعدة بيانات لأراضيّ منطقة الدراسة.

٣. استخدم مؤشر الاختلاف الخضريّ الطبيعيّ NDVI والدليل النباتي المعدل لتقييم الغطاء النباتي وتبين أن أكثر من ٩٩ % من منطقة الدراسة هي أراضيّ تكاد تكون خالية من الغطاء النباتي وتعد مناطق متدهورة جداً لاستغلالها كمراع طبيعية.

٤. استخدم مؤشر تملح التربة SBI، ومؤشر تراجع المادة العضوية Chroma لتقييم التربة وأوضحت النتائج تدهور هذه الأراضيّ وإقامة أي مشاريع زراعية يتطلب عملية استصلاح للأراضي.

٥. استخدم نموذج RUSLE لتقييم خطر الانجراف ومن خلاله قسمت منطقة الدراسة إلى خمسة أصناف من انجراف التربة، وتبين أن مساحة الأراضيّ المعرضة لانجراف التربة المرتفع جداً تقدر بنحو ٢٤٠٢,٧ كيلومتر مربع أي، ما يعادل ٣٥,٦% من منطقة الدراسة بينما تعاني باقي المنطقة من الانجراف بدرجات مختلفة.

٦. تم عمل نمذجة للهطول المطري والجريان السطحي باستخدام الملحق HEC_GEOHMS للبرنامج ARCGIS٩.٣ واستخدام برنامج HEC-HMS، ومن

خلاله تم تحديد المناطق ذات القابلية للتعرض لأخطار الفيضان لفترات رجوع مختلفة تبدأ من عشر سنوات ولغاية مائتي سنة وأوضحت أن مناطق المراوح الفيضية في ساحل العقبة ووادي عربة هي مناطق معرضة للفيضانات الوامضة.

٧. بناء على نتائج التحليل العاملي Factor Analysis من النوع Principal Component Analysis تم التعرف على أربعة عوامل رئيسة تفسر التباين بين الوحدات الأرضيّة هي: عامل خصائص التربة، والمورفولوجيا، وخطر الانجراف، وخطر الفيضان.

كما أوضح وجود ثلاثة عوامل تفسر التباين بين الأقاليم الأرضيّة وخمسة عوامل تفسر التباين بين النظم الأرضيّة مما يؤيد أمكانية تقسيم منطقة الدراسة إلى هذه الأقاليم والنظم الأرضيّة.

٨. تم تقسيم منطقة الدراسة إلى ستة مجموعات أرضيّة تنموية بغرض إدارة الأراضيّ والأخطار الطبيعية وهي:

- المرواح الفيضيَة والمسطحات الطينية.
- الأراضي الرملية .
- السطوح العليا والأراضي شبه المستوية.
- أراضي السفوح.
- أراضي المصاطب والأراضي متوسطة الانحدار.
- أراضي الأودية وسفوح الهشيم.

٩. بناء على قاعدة البيانات التي تضمنت خصائص منطقة الدراسة واشتملت على الخصائص الجيولوجية، والمناخية، والتربة، وخصائص النبات الطبيعي، والموارد الأرضيّة والأخطار التي تتعرض لها منطقة الدراسة، والمجموعات الأرضيّة التي افرزتها نتائج التحليل العاملي أمكن اقتراح تصور لاستخدامات الأراضيّ تضمن سبع استعمالات للأراضيّ شملت المناطق السياحيّة والمحميات المفتوحة والمحميات الطبيعية، والأراضي

الرعوية، والأراضي الزراعية، وأراضي الغابات، والأراضيّ الجرداء ومراكز التطوير العمراني، ومناطق التعدين

التوصيات

١. يجب الأخذ بعين الاعتبار طبيعة العمليات الجيومورفولوجيّة والاخطار التي تعرضت لها منطقة الدراسة ولاسيما الفيضانات الوامضة . عند تخطيط استعمالات الأراضيّ وخاصة عند ساحل العقبة ووادي عربة.

٢. إن تنفيذ مشاريع سياحية في أراضيّ القيعان وسط منطقة الدراسة من شأنه إن يجلب السكان لهذه المنطقة.

٣. الاعتماد على قاعدة البيانات الخاصة بمنطقة الدراسة، عند إعداد الخطط التنموية كذلك العمل على تحديث بياناتها دورياً، والاستفادة من الخرائط التفصيلية التي تم وضعها.

كما أقترح بعض المواضيع اللاحقة لهذه الدراسة

- استقرارية السفوح والانهيارات الأرضيّة

- تقييم المياه الجوفية

- السياحة البيئية

المصادر والمراجع

أ. المراجع العربية

- أبو سليم.علي، ٢٠٠٤ ، **تقييم آثار التدهور البيئي في الجزء الغربي من منخفض الجفر،** رسالة دكتوراه غير منشورة، الجامعة الأردنية.
- أبوالعينيين. حسن، ١٩٦٤، **أصول الجيومورفولوجيا،** الدار الجامعية، بيروت.
- أبوسفط. محمد ، ١٩٨٩، **الآثار الجيومورفولوجيّة لمفاصل صخور الحجر الرملي – بجنوب الأردن،** منشورات الجامعة الأردنية، عمان ص ٩٣-١١٦
- البحيري. صلاح ،١٩٧٩، أشكال الأرض، دار الفكر، دمشق، الطبعة الأولى.
- البحيري. صلاح، الفرحان. يحيى، ١٩٨٩، **مورفولوجية نجاد الحافة الشرقية لوادي عربة الأدنى،** دراسات في جيومورفولوجية جنوب الأردن، منشورات الجامع الأردنية، عمان ص ٧-٥٠
- البحيري. صلاح،١٩٩١، **جغرافيا الأردن،** مكتبة الجامعة الحسيني، عمان.
- بدران. إبراهيم، وآخرون، ١٩٨٩، **قضايا التنمية في الوطن العربي،** دار الفكر، عمان
- بزبز. احمد، ١٩٩٧، **تحليل شبكات التصريف والخصائص الرسوبية للمراوح الفيضية في وادي اليتم – جنوب الأردن،** رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الأردنية.
- البلوشي. علي، ١٩٩٧، **جيومورفولوجية حافة راس النقب،** رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الأردنية.
- توفيق. محسن، ١٩٩٣، **الإدارة البيئية في الوطن العربي،** تونس ، المنظمة العربية للتربية والثقافة العلوم.
- الجمعية الملكية لحماية البيئة البحرية، **نشرة البيئة ٢٠٠٥**
- حمارنة. زياد ، ومراون مدانات، ٢٠١٠، **واقع وافاق استثمار الموارد المعدنية في الأردن،** المؤتمر العربي الحادي عشر للثروة المعدنية، طرابلس، ليبيا.
- دائرة الارصاد الجوية، بيانات مناخية ١٩٨٠-٢٠٠٩، عمان الأردن.
- ذنيبات. احمد، ٢٠١٠، **التقييم الجيومورفولوجي لطريق العقبة الخلفي،** رسالة دكتوراه غير منشورة، الجامعة الاردنية
- الرواضية. زياد، ٢٠٠٧، **المثلث الذهبي: البتراء، العقبة ووادي رم،** أمانة عمان الكبرى.

- الزلابية. عبدالله، ١٩٩٨، **وادي رم بين الماضي والحاضر**، عمان، الأردن.
- سلامة. حسن ، ١٩٧٩، **جيومورفولوجية المراوح الفيضية المتطورة عن صخور غرانيتية في وادي عربة الأردن،** دراسات، مجلد ٦، عدد ٢، ص ١٢٣-١٦٧.
- سلامة. حسن، ١٩٨٢، **الخصائص الشكلية ودلالاتها الجيومورفولوجيّة،** مجلة الجمعية الجغرافية الكويتية، العدد ٤٣.
- سلامة. حسن، ١٩٨٣، **مظاهر الضعف الصخري وآثارها الجيومورفولوجيّة،** قسم الجغرافيا، جامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية، نشرة(٥٣) ، ص٥ -٥٣
- سلامة. حسن ، ٢٠٠٤، **أصول الجيومورفولوجيا،** ط١، عمان، دار المسيرة للنشر.
- سلطة المصادر الطبيعية، **خرائط جيولوجية** مقياس ١: ٥٠,٠٠٠،
- شلال. جاسم ، ١٩٩٢ ،**استخدام دليل الاختلافات الخضرية الطبيعي وتقييم حالة التدهور للغطاء النباتي في منطقة جبل سنجار / محافظة نينوى،** جامعة الموصل ، نينوي ، العراق طربوش، ١٩٨٨
- عابد. عبدالقادر، ١٩٨٥، **جيولوجية الأردن: نشأته ومياهه،** ط١، عمان، دار الأرقم.
- عابد. عبدالقادر، ٢٠٠٠، **جيولوجية الأردن وبيئته ومياهه،** ط١، عمان، دار الأرقم.
- عبدالسلام . عادل، ١٩٧٩، **أشكال الأرض (علم أشكال الأرض)،** المطبعة الجديدة، دمشق.
- عبوي. زيد منير، ٢٠٠٩، **السياحة في الأردن،** ط١، عمان، الأردن.
- عودة. عالية، ١٩٩٢، **الاشكال الرملية في وادي عربة، دراسة جيومورفولوجية،** رسالة دكتوراه غير منشورة، الجامعة الأردنية.
- غيث. دعاء، ٢٠١٠، **تقييم تدهور الأراضيّ في منطقة قضاء الضليل باستخدام المرئيات الفضائية،** رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الأردنية
- الفرحان. يحيى ، ١٩٨٩ ، **التقييم الجيومورفولوجي للوحدات الأرضيّة لأغراض التنمية في البادية الجنوبية،** دراسات في جنوب الأردن، منشورات الجامعة الأردنية، عمان ص ١٣٥-١٧٩.
- القرالة. محمد، ١٩٩٧، **جيومورفولوجية صحراء حسما في منطقة القويرة_ الخريم جنوبي الأردن،** رسالة دكتوراه غير منشورة، الجامعة الأردنية.
- القرالة. محمد، ٢٠٠٣، **التقييم الجيومورفولوجي للموارد الأرضيّة في حوض الديسي،** رسالة دكتوراه غير منشورة، الجامعة الأردنية.

- قطيش. مهى، ٢٠٠٧، **التقييم الجيومورفولوجي للأراضيّ في حوض وادي الحسا جنوب الأردن،** رسالة دكتوراه غير منشورة، الجامعة الأردنية.
- مجدي. محمد، ١٩٩٣، **اشكال الصحاري المصورة،** جامعة الأسكندرية.
- المركز الجغرافي الملكي، **خرائط ومرئيات فضائية،** عمان.
- النوايسة. سامر، ٢٠٠٦، **تقييم الأخطار البيئية وإدارة الأراضيّ في حوض وادي الكرك جنوبي الأردن،** رسالة دكتوراه غير منشورة، الجامعة الأردنية.
- وزارة الزراعة، ١٩٩٣، **المشروع الوطني لخارطة التربة واستعمالات الأراضيّ،** المستوى الأول ،عمان .
- وزارة الزراعة، ١٩٩٤، **المشروع الوطني لخارطة التربة واستعمالات الأراضيّ،** المستوى الثاني ، عمان.

ب. المراجع الأجنبية

- Abed, m. Abdulkader ,١٩٨٥, **On the supposed Precambrian palaeosuture along the Dead Sea rift**, Jordan *Journal of the Geological Society*, v. ١٤٢:٥٢٧-٥٣.
- Abed, m. Abdulkader,٢٠٠٢, **An overview of an inland sabkha in Jordan: the Taba sabkha, southern Wadi Araba**, Sabkha ecosystems. Volume ١: The Arabian Peninsula and adjacent countries, pp. ٨٣-٩٧
- Arther, L, Bloom, ١٩٨٧, **Geomorphology Systematic Analysis Of Late Conozoic Landform**, Newjersy –hull.
- Arthur, J., and Maria. S., (١٩٩٨). **Land Degradation in editerranean. Environment of the World**. John Wiley and Sons. New York.
- Beydoun, R.Z,١٩٩٩, **Evolution and development of the Levant (Dead Sea Rift) Transform System: A historical-chronological review of a structural controversy Geological Society**, London, Special Publications, v.١٦٤:٢٣٩-٢٥٥,
- Bender, F. ١٩٧٤ . **Geology of Jordan**, Borntraegen , Berlin.
- Burdon, D.J., (١٩٥٩). **Handbook of the Geology of Jordan**. Government of the
- Cook, R. Werren,A. Coudie, A. ١٩٩٣, **Desert Geomorphology**. UCL press. England.
- Dewan, A. M et el, ٢٠٠٧, **Delineating flood risk areas in Greater Dhaka of Bangladesh using Geoinformatics. Georisk**, assessment and management of risk for engineered systems and geohazards, pp ١٩٠–٢٠١

- Fabbri, K. (١٩٩١). **The Use of Geomorhic Information Systems and Remote Sensing Analysis for the assessmenht of soil erosion Hazards. A case study in Central Bolivia**. ITC. En Schede. Form: http//www.ITC.n.l.FAO, ١٩٧٩
- FAO, ١٩٧٦, **A frame work for land Evaluation**. Soils Bull (٣٢).Rome.
- FAO, (٢٠٠١). **Land-Water Linkage in Rural Watersheds**, Rome.
- Farhan, Y. (١٩٨٨). **Environmental and Instability Problems on the Amman-Dead,** amman
- Field,٢٠٠٣,**Sea Highway Central Jordan**. Hannon ٢٠ pp٤٩-٧٢
- Grant.K, ١٩٧٥, **The Puce Programme For Terrin Evaluation For Engineering Purpose** . Principles In Davidson, D.N, land evalution (p.١١٥-١٤٤) New York: Van Nostrand Reinhold company.
- Gurnell, A and montgomery, D. (٢٠٠٠) **Hydrological Applications of GIS**, (١ ed). New York: John Wiley.
- Hashimite **Kingdom of Jordan**, Amman. Benham and company Limited Clochester.
- Hooke, J. (١٩٨٨) **Geomorphology in Environmental planaining**. New York: John Wiley.
- Huete.A.R, ١٩٨٨, **A soil adjusted Vegetation index (SAVI). Remote sensing of Environment**. Vol. (٢٥), No. ٣, PP: ٢٩٥–٣١٠.
- Kharin, N., Tateishi, R., Harahsheh, H. (١٩٩٩): **Degradation of the Drylands of Asia**, pp ٨٠. Chiba University
- Loyd, J, W ١٩٦٤, **The Hydrology of the Southern desert of Jordan**. United Nations Development Project, FAO,Project
- Makhlouf, M. Issa, at el,٢٠١٠, **Sedimentology and Morphology of Quaternary Alluvial Fans in Wadi Araba, Southwest Jordan**,

Jordan Journal of Earth and Environmental Sciences, Volume ٣, Number ٢, Pages ٧٩- ٩٨

- Migon. A. et el, ٢٠٠٥, **The origin evolution of footslope ramps in the sandstone desert environment of south-west Jordan**, Jounal Arid Environment, pp ٣٠٣-٣٢٠.
- Morgan, R. (١٩٩٦). **Soil erosion and conservation** (٢nd Ed.). London: Longman.
- Najmoddini, N. (٢٠٠٣) **Assessment of Erosion and sediment yield processes, using Remote sensing and GIS. Master Thesis**. ITC, Enscheds, The Netherlands from: http//www.ITC.n١.
- Osborn. G & Duford. J.M, ١٩٨, **Geomorpholgical proess In The Inselberg Region Of south- Western Jordan**, Palestine, Ex, Quar, Jan- June, pp ١-١٧
- Osborn, G.١٩٨٥, **Evolution Of The Late Cenozoic Inselberg Landscape Of Southteern Jordan**, palaeoograph palapoclimatology palaeoecology ,Elsevier science publishers B.v. A
- Quennel, A. M. (١٩٥٦). **The Structural and Geomorphic evolution of the Dead Sea Rift.** Q. Jour. Soc. Vol ٣٤, London mster dam V ٤٩, P:١-٢٣.
- Perlado, C. (١٩٩٨**), Remote sensing and (GIS) applications in the Erosion studies at the Romero River watershed** from: htt/www.gis- development.net
- Powell, J., H, ١٩٨٩, **Stratigraphy and Sedimertation of the Phanerezoic rocks in Central and South Jordan**. Part A: Ram and Khreim groups. Bull No.١١, **Geology Dir, Natural Resourcess Autherity**, Jordan..
- Renard, K. Foster, G. Wecsies, Gand. Mcnool, D. (١٩٩٧). **Predicting soil erosion by water. A Guide to conservation planning with the revised soil loss equation (RUSLE)**. USA.
- Rolf G. Kuehni. (٢٠٠١). **the early development of the Munsell system**, Wiley Inter Science.p٢٠-٢٧.

- Saqqa Walid & Mohammad Atallah, ٢٠٠٤, **Characterization of the aeolian terrain facies in Wadi Araba Desert- southwestern Jordan** , Geomorphology ٦٢, pp ٦٣-٨٧
- Smith, K. (١٩٨٠). **Environmental Hazards**. New York. Mc Grew Hill.
- Tuccker.C.J, ١٩٧٩, **Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetion**. Remote sensing of Enveroments, pp ١٢٧-١٥٠
- Van Zuidan. R. A,١٩٧٩, **Terrain Analysis And Classification Using Arial Photographs**, International Institute For Aerial Surrey And Earth Sciences, I.T.C, Enschede, Nether Lands.
- Villages, P. (٢٠٠٤). **Flood modeling in perfume River Basin, Vietnam**, ITC,Enschede, The Netherlands, from: Http//www.ITC.n
- Vita-Finzi, G. (١٩٨٧). **ITC deformation chronology in Coastal Iran**, Greece and Jordan**,** Jour, Geol, Soc, London, ١٤٤.

الملاحق

ملحق (١) مصفوفة متغيرات الوحدات الأرضية

الوحدة الأرضية	الرمز	المساحة	اقصى	أدنى أرتفاع	الانحدار	انجراف	الامطار	الاستعمال	NDVI	SAVI	كروما	sbi	نوع التربة
ذرى جرنيتية مذببة	١٠,١,١	٢٣ز٨٢	١٥٩٠	٣٣٠	١٧,٩	٠,٢٣	٣٢	جرداء	٠,١٤٢	-٠,٢١٢	٠,٥٢	٣٣,٢	كلسية ضحلة
سفوح شديدة الميل	١٠,١,٢	٦٣٩,٦٦	١٥٦٠	٣٠	١٩,٧	٠,٢٣	٣٢	جرداء	٠,١٤٥	-٠,٢١٦	٠,٥٠	٣٤,٠	كلسية ضحلة
مصاطب صخرية	١٠,١,٣	٩٤,٢٠	١٤١٠	٣٦٠	١٣,٩	٠,٢٢	٤٣	جرداء	٠,١٣٨	-٠,٢٠٧	٠,٤٦	٣٩,٨	صحراوية ضحلة
مصاطب لحقية	١٠,١,٤	١٠,٨٦	١٠٨٠	٧٢٠	٦,٢	٠,٢٢	٤٣	جرداء	٠,١٤٢	-٠,٢١٣	٠,٤٦	٣٩,٨	حصوية
اسطح من بقايا الحجر الرملي	١٠,١,٥	١٥,٤١	١١١٠	٤٨٠	١١	٠,٢٥	٣٦	جرداء	٠,١١٩	-٠,١٧٩	٠,٥١	٤٠,٠	كلسية ضحلة
بيدمنت	١٠,١,٦	٦٢,٥٧	١٣٨٠	٩٦٠	٥,٢	٠,٢٣	٣٧	جرداء	٠,١٣٣	-٠,١٩٩	٠,٤٦	٤٣,١	صحراوية ضحلة
سفوح الحضيض	١٠,١,٧	٢٦,٨٣	٩٩٠	٤٨٠	٨,٣	٠,٢٣	٢٤	جرداء	٠,١٥١	-٠,٢٢٦	٠,٤٧	٣٤,٣	كلسية ضحلة
سفوح الهشيم	١٠,١,٨	٦٤,٥٣	١٢٣٠	٤٢٠	٨,٧	٠,٢١	٢٥	جرداء	٠,١٣٩	-٠,٢٠٩	٠,٤٨	٣٨,٤	صحراوية ضحلة
مجاري أودية	١٠,١٩	١١٢,٧٤	١٣٢٠	٣٠	٦,٨	٠,٢٢	٢٦	جرداء	٠,١٤٣	-٠,٢١٤	٠,٤٤	٤١,٤	حصوية
سفوح عليا محدبة	١٠,٢,١	٥٣,٢٠	١٤٤٠	٦٠٠	١٠,٧	٠,٢٢	٢٤	جرداء	٠,١٣٣	-٠,١٩٨	٠,٥٣	٣٤,٥	صحراوية ضحلة
سفوح مستقيمة متوسطة الميل	١٠,٢,٢	١٩١,٤٣	١٤١٠	٣٩٠	١٥,١	٠,٢	٢٤	جرداء	٠,١٣٦	-٠,٢٠٤	٠,٥٣	٣٣,٩	صحراوية ضحلة
بيدمنت	١٠,٢,٣	٢٨,٥٤	١٠٢٠	١٣٢٠	٥,٧	٠,٢	٢٥	جرداء	٠,١٢٢	-٠,١٨٣	٠,٤٩	٤١,٣	صحراوية ضحلة
سفوح الحضيض	١٠,٢,٤	٩,٠٣	١١٤٠	٥٤٠	٧,٨	٠,٢	٢٥	جرداء	٠,١٣٨	-٠,٢٠٣	٠,٤٨	٣٧,٠	كلسية ضحلة
مجاري أودية	١٠,٢,٥	٧٧,٣٤	١٢٣٠	٤٨٩	٦,١	٠,٢	٢٥	جرداء	٠,١٣٥	-٠,٢٠٢	٠,٤٩	٣٩,٩	حصوية
مصاطب صخرية	١٠,٢,٦	٤٤,٣٧	٤٨٠	١٢٦٠	١٠,١	٠,١٩	٢٥	جرداء	٠,١٣٦	-٠,٢٠٥	٠,٥٢	٣٥,٩	حصوية
مصاطب لحقية	١٠,٢,٧	٢٨,٢٣	٥١٠	١٢٦٠	٧,٧	٠,١٩	٢٥	جرداء	٠,١٣٥	-٠,٢٠٢	٠,٤٩	٣٦,٨	صحراوية ضحلة
مراوح فيضية	١٠,٢,٨	٩١,٣٤	١٢٠٠	٧٥٠	٤	٠,١٩	٣٤	مراعي	٠,١٣٧	-٠,٢٠٥	٠,٤٦	٤٢,٨	حصوية
حافة كويستا	١٠,٣,١	١,١٦	١١٤٠	٨٧٠	٢١	٠,٢٤	٣٥	جرداء	٠,١٢٣	-٠,١٨٤	٠,٤٨	٣٧,١	حصوية
منحدرات ميل كويستا	١٠,٣,٢	٢,٢٩	١١٤٠	١٠٢٠	٩,٥	٠,٢٤	٣٥	جرداء	٠,١١١	-٠,١٦٦	٠,٤٤	٤٩,٧	حصوية
مراوح فيضية	١٠,٣,٣	٢,٠٢	١٠٢٠	٩٩٠	٢,١	٠,٢٤	٣٥	جرداء	٠,١٢٣	-٠,١٨٤	٠,٥٢	٤٦,٧	حصوية
اعراف نافرة	١٠,٣,٤	١,١٥	١٠٨٠	١٠٢٠	٧,٩	٠,٢٤	٣٥	جرداء	٠,١١١	-٠,١٦٦	٠,٤٤	٥٠,٤	كلسية ضحلة
بقايا اسطح تحاتية	١٠,٣,٥	١٢,٦٩	١١١٠	٩٩٠	٤,١	٠,٢٤	٣٥	جرداء	٠,١١٤	-٠,١٧	٠,٥	٥١,٥	حصوية صحرا

الوحدة الأرضية	الرمز	الرمل	الطين	السلت	القوام	نفاذية التربة	كثافة التصريف	الجيولوجيا	النبات الطبيعي	الفيضانات
ذرى جرنيتية مذببة	١٠,١,١	١٧,٥	٣٨,٢	٥٠,٣	رملي هيكلي	٢	٠	جرانيت، جرانوديورايت، بلاجيوكليز،	خالية من النباتات	آمنة
سفوح شديدة الميل	١٠,١,٢	١٧,٥	٣٨,٢	٥٠,٣	رملي هيكلي	٢	٠,٦٦	قواطع راسية، تتأثير بالصدوع	خالية من النباتات	آمنة
مصاطب صخرية	١٠,١,٣	٧٩,٩	٥,٨	١٣,٣	رملي	١	٠,٣١		شجيرات من العرعر والسنط	آمنة
مصاطب لحقية	١٠,١,٤	٥١,٢	١٥,٥	٣٣,٣	رملي هيكلي	٢	١,٣٨	رواسب رملية حديثة	شجيرات من العرعر والسنط	آمنة
اسطح من بقايا الحجر	١٠,١,٥	١٧,٥	٣٨,٢	٥٠,٣	رملي هيكلي	٢	٠,٤٥	حجر رملي من الكامبري	شجيرات من العرعر والسنط	آمنة
بيدمنت	١٠,١,٦	٧٩,٩	٥,٨	١٣,٣	رملي	٢	٠,٨٧	جرانيت، جرانوديورايت، بلاجيوكليز،	شجيرات من العرعر والسنط	آمنة
سفوح الحضيض	١٠,١,٧	١٧,٥	٣٨,٢	٥٠,٣	رملي هيكلي	٢	١,٧١	قواطع راسية، تتأثير بالصدوع	شجيرات من العرعر والسنط	آمنة
سفوح الهشيم	١٠,١,٨	٧٩,٩	٥,٨	١٣,٣	رملي	٢	١,٤٤	رواسب رملية وغرينية حدية	شجيرات من العرعر والسنط	آمنة
مجاري أودية	١٠,١٩	٥١,٢	١٥,٥	٣٣,٣	رملي هيكلي	٢	٣,٣١	رواسب باعية من رمل ناعم إلى خشن	شجيرات من العرعر والسنط	خطرة
سفوح عليا محدبة	١٠,٢,١	٧٩,٩	٥,٨	١٣,٣	رملي	١	٠,٠٥	جرانيت، جرانوديورايت، بلاجيوكليز،	خالية من النباتات	آمنة
سفوح مستقيمة متوسطة	١٠,٢,٢	٧٩,٩	٥,٨	١٣,٣	رملي	١	٠,٥		خالية من النباتات	آمنة
بيدمنت	١٠,٢,٣	٧٩,٩	٥,٨	١٣,٣	رملي	١	٠,٧٧	قواطع راسية، تتأثير بالصدوع	شجيرات من الهاليكسيلون	آمنة
سفوح الحضيض	١٠,٢,٤	١٧,٥	٣٨,٢	٥٠,٣	رملي هيكلي	٢	١,٢١		شجيرات من الهاليكسيلون	آمنة
مجاري أودية	١٠,٢,٥	٥١,٢	١٥,٥	٣٣,٣	رملي هيكلي	٢	٢,٧٩	رواسب باعية من رمل ناعم إلى خشن	شجيرات من الهاليكسيلون	خطرة
مصاطب صخرية	١٠,٢,٦	٥١,٢	١٥,٥	٣٣,٣	رملي هيكلي	٢	٠,٥٨	جرانيت، جرانوديورايت، بلاجيوكليز،	شجيرات من الهاليكسيلون	آمنة
مصاطب لحقية	١٠,٢,٧	٧٩,٩	٥,٨	١٣,٣	رملي	١	١,٠٩	رواسب رملية حديثة	شجيرات من الهاليكسيلون	قليلة الخطورة
مراوح فيضية	١٠,٢,٨	٥١,٢	١٥,٥	٣٣,٣	رملي هيكلي	٢	١,٦٩	رواسب فيضة حديثة	شجيرات من الهاليكسيلون	خطرة
حافة كويستا	١٠,٣,١	٥١,٢	١٥,٥	٣٣,٣	رملي هيكلي	٢	٠	حجر رملي من الكامبري	شجيرات من الهاليكسيلون	آمنة
منحدرات ميل كويستا	١٠,٣,٢	٥١,٢	١٥,٥	٣٣,٣	رملي هيكلي	٢	٠	حجر رملي من الكامبري	شجيرات من الهاليكسيلون	آمنة
مراوح فيضية	١٠,٣,٣	٥١,٢	١٥,٥	٣٣,٣	رملي هيكلي	٢	٠	رواسب فيضة حديثة	شجيرات من الهاليكسيلون	خطرة
اعراف نافرة	١٠,٣,٤	١٧,٥	٣٨,٢	٥٠,٣	رملي هيكلي	٢	٠	جرانيت، جرانوديورايت، بلاجيوكليز،	شجيرات من الهاليكسيلون	آمنة
بقايا اسطح تحاتية	١٠,٣,٥	٥١,٢	١٥,٥	٣٣,٣	رملي هيكلي	٢	٠	حجر رملي من الكامبري	شجيرات من الهاليكسيلون	آمنة

الوحدة الأرضية	الرمز	المساحة	اقصى ارتفاع	أدنى أرتفاع	الانحدار	انجراف التربة	الامطار	الاستعمال	NDVI	SAVI	كروما	sbi	نوع التربة
الاسطح العليا	٢٠,١,١	٧١,٠٥	١٦٨٠	٥٤٠	١٤,٧	٠,١٩	٣٤	جرداء	-٠,١٢	-٠,١٧٩	٠,٥٦٤	*٣٨	حصوية صحراوية
سفوح مستقيمة شديدة الانحدار	٢٠,١,٢	٢١٦,٤٠	١٥٦٠	٤٥٠	٢٠,٦	٠,٢	٣٤	جرداء	-٠,١٢٦	-٠,١٨٨	٠,٥٨٩	٣٦,٢٣	حصوية صحراوية
كديوات	٢٠,١,٣	٩,٦٥	١١١٠	٣٣٠	٦,٥	٠,٢	٣٤	جرداء	-٠,١١٧	-٠,١٧٥	٠,٥٤	٤٢,٥٦	الصحراوية الرملية
مجاري اودية	٢٠,١,٤	٢٥,٠٢	١٢٣٠	٣٠٠	٥,٩	٠,٢	٣٤	جرداء	-٠,١٢٧	-٠,١٩	٠,٥١١	٤٣,٦٢	حصوية صحراوية
مسطحات طينية	٢٠,١,٥	٢٨,٩٦	٨٤٠	٧٥٠	٢,١	٠,٢	٣٦	زراعة	٠,١٢٦	-٠,١٨٩	٠,٤٥٦	٥٦,٠١	حصوية صحراوية
بيدمنت	٢٠,١,٦	٣٨,٣٩	١١١٠	٧٢٠	٦,٥	٠,٢٣	٣٤	جرداء	-٠,١١٨	-٠,١٩	٠,٤٩٨	٤٥,٠٢	كلسية ضحلة
اراضي تغطيها فرشات رملية	٢٠,١,٧	٥٩٦,٤١	١٢٣٠	٢١٠	٤,١	٠,٢	٣٤	جرداء	-٠,١١	-٠,١٦٦	٠,٥٥١	٥٢,٠٤	الصحراوية الرملية
سفوح الهشيم	٢٠,١,٨	١٦,٢٥	١٠٨٠	٧٥٠	٦,٦	٠,١٩	٤٣	جرداء	-٠,١٣٩	-٠,٢٠٨	٠,٤٩٣	٤٠,١٥	حصوية صحراوية
حوائط راسية	٢٠,١,٩	١٤,٣٨	١١٤٠	٦٦٠	١٩,٧	٠,٢٤	٣١	جرداء	-٠,١٢٢	-٠,١٨٣	٠,٥٦٢	٣٤,٧٦	كلسية ضحلة
كثبان الظلال	٢٠,١,١٠	١,٤٦	١١١٠	٩٩٠	٥,٥	٠,١٧	٤١	جرداء	-٠,١٣١	-٠,١٩٦	٠,٥٥٧	٤١,٦٧	حصوية صحراوية

الوحدة الأرضية	الرمز	الرمل	الطين	السلت	القوام	نفاذية التربة	كثافة التصريف	الجيولوجيا	النبات الطبيعي	الفيضانات
الاسطح العليا	٢٠,١,١	٥١,٢	١٥,٥	٣٣,٣	رملي هيكلي	٢	٠,١٢	حجر رملي من الكامبري	شجيرات صحراوية	آمنة
سفوح مستقيمة شديدة الانحدار	٢٠,١,٢	٥١,٢	١٥,٥	٣٣,٣	رملي هيكلي	٢	٠,٣٩	حجر رملي من الكامبري	خالية من النباتات	آمنة
كديوات	٢٠,١,٣	٨٣,٠	١٠,٠	٧,٠	رملي	١	٠,٤١	حجر رملي من الكامبري	خالية من النباتات	آمنة
مجاري اودية	٢٠,١,٤	٥١,٠	١٦,٠	٣٣,٠	رملي هيكلي	٢	٣,٠٧	رواسب اودية حديثة	شجيرات صحراوية	خطرة
مسطحات طينية	٢٠,١,٥	٥١,٠	١٦,٠	٣٣,٠	رملي هيكلي	٢	٢,١٧	رواسب طينية وغرينية حديثة	خالية من النباتات	متوسطة الخطورة
بيدمنت	٢٠,١,٦	١٧,٥	٣٨,٢	٥٠,٣	رملي هيكلي	٢	٠,٨٣	حجر رملي من الكامبري	شجيرات الغضا	آمنة
اراضي تغطيها فرشات رملية	٢٠,١,٧	٨٣,٠	١٠,٠	٧,٠	رملي	١	١,٦	كثبان رملية حديثة	والطرفة والحنظل	آمنة
سفوح الهشيم	٢٠,١,٨	٥١,٢	١٥,٥	٣٣,٣	رملي هيكلي	٢	١,٦	رواسب رملية وحصوية حديثة	والرتم والشيح	أمنة
حوائط راسية	٢٠,١,٩	١٧,٥	٣٨,٢	٥٠,٣	رملي هيكلي	٢	١,٣٩	حجر رملي من الكامبري	خالية من النباتات	أمنة
كثبان الظلال	٢٠,١,١٠	٥١,٢	١٥,٥	٣٣,٣	رملي هيكلي	٢	٠	رواسب رملية حديثة	خالية من النباتات	آمنة

الوحدة الأرضية	الرمز	المساحة	اقصى	أدنى	الانحدار	انجراف	الامطار	الاستعمال	NDVI	SAVI	كروما	sbi	نوع التربة
اسطح عليا (مستوية- قبابية)	٢٠,٢,١,١	٢٧٦,٤٤	١٨٠٠	٨٤٠	١٠,٢	٠,٢	٣١	جرداء	٠,١٠٨	٠,١٦١	٠,٥٤٢	٤١,٥	الصحراوية الرملية
سفوح شديدة الميل	٢٠,٢,١,٢	٣٣١,٧٥	١٨٠٠	٧٨٠	٢,٤	٠,١٩	٣١	جرداء	-٠,١١	٠,١٦٥	٠,٥٧٤	٣٩,٨	الصحراوية الرملية
حوائط راسية	٢٠,٢,١,٣	٧٩,٣٩	١٤٧٠	٨١٠	٦,٥	٠,١٨	٣١	جرداء	٠,١٠٧	-٠,١٦	٠,٥٣٤	٤٠,١	الصحراوية الرملية
بيدمنت	٢٠,٢,١,٤	١٤٢,٦٦	١٢٩٠	٨٤٠	٤,٣	٠,٣١	٢٧	جرداء	٠,١١٢	٠,١٦٧	٠,٤٥٦	٥٦,١	الصحراوية الرملية
اراضي تغططيها فرشات رملية	٢٠,٢,١,٥	٤٧٥,٨٩	١٥٠٠	٧٥٠	٥,٤	٠,١٩	٣١	جرداء	٠,١٠٨	٠,١٦٣	٠,٥١	٥٤,٥	الصحراوية الرملية
اسطح شبه مستوية محاطة بجروف	٢٠,٢,١,٦	١٧٧,٩٠	١٤١٠	٨٤٠	٥,٧	٠,١٧	٣٠	جرداء	-٠,١١	٠,١٦٥	٠,٥١	٤٣,١	الصحراوية الرملية
كديوات	٢٠,٢,١,٧	٧,٩٣	١٢٦٠	٨١٠	٧,٤	٠,٢	٣٣	جرداء	٠,١١٤	٠,١٧٢	٠,٤٤٩	٥٦,٣	الصحراوية الرملية
مجاري اودية	٢٠,٢,١,٨	٣٢,٩١	١٢٦٠	٨١٠	٤,٧	٠,١٨	٣٢	جرداء	٠,١١٣	٠,١٦٩	٠,٤٦٦	٥٣,٥	الصحراوية الرملية
مسطحات طينية	٢٠,٢,١,٩	٤١,١١	٩٠٠	٧٨٠	٢,٩	٠,١٦	٣١	زراعة	٠,١٢٣	٠,١٨٥	٠,٤٥٤	٥٢,٩	كلسية جافة
مصاطب صخرية	٢٠,٢,١,١٠	١,٩٢	٩٠٠	٨٤٠	٦	٠,١٥	٢٢	جرداء	٠,١٠٩	٠,١٦٤	٠,٤٥٩	٤٦,٨	الصحراوية الرملية
سفوح الحضيض	٢٠,٢,١,١١	٨,٢٦	١١٧٠	٨٤٠	٩,٩	٠,١٩	٣٢	جرداء	٠,١١٢	٠,١٦٨	٠,٤٩٢	٤٧,٤	الصحراوية الرملية
سفوح الهشيم	٢٠,٢,١,١٢	١٦,٨٢	١٢٩٠	٨١٠	١٠,٤	٠,٢	٣١	جرداء	-٠,١١	٠,١٦٥	٠,٥٠٤	٤٦,٤	الصحراوية الرملية
كثبان رملية	٢٠,٢,١,١٣	٢٠٦,١٦	١٤٧٠	٧٨٠	٦,٢	٠,١٨	٢٦	جرداء	-٠,١١	٠,١٦٦	٠,٥١٨	٥٣,١	الصحراوية الرملية
اسطح عليا مستوية	٢٠,٢,٢,١	١٦١,٦١	١٣٨٠	٧٨٠	٥,٣	٠,١٨	٢٨	جرداء	٠,١١٥	٠,١٧٣	٠,٤٧	٤٥,٠	الصحراوية الرملية
بيدمنت	٢٠,٢,٢,٢	٢٤٢,٢١	١٠٨٠	٧٥٠	٥,٣	٠,١٣	٢٦	جرداء	-٠,١٢	٠,١٧٩	٠,٤٧	٤٧,٤	كلسية جافة
حماد صخري	٢٠,٢,٢,٣	٨٩,٢٤	١٠٥٠	٧٥٠	٤,٧	٠,١٧	٢٣	جرداء	-٠,١٢	-٠,١٨	٠,٤٤٥	٤٨,٤	كلسية جافة
سفوح لطيفة الميل	٢٠,٢,٢,٤	٣٧,٩٢	١٣٥٠	٧٨٠	١٠,٦	٠,١٤	٢٣	جرداء	٠,١١٧	٠,١٧٥	٠,٤٦	٤٥,٥	كلسية جافة
اراضي الحضيض	٢٠,٢,٢,٥	٣,٠٤	٩٠٠	٧٨٠	٥,٤	٠,١٣	٢٢	جرداء	-٠,١٢	٠,١٧٧	٠,٤٤٤	٤٧,٥	كلسية جافة
اراضي تغطيها فرشات رملية	٢٠,٢,٢,٦	١١١,٨٣	٩٠٠	٧٥٠	٣,٨	٠,١١	٢٢	جرداء	٠,٠٩٨	٠,١٤٧	٠,٤٥	٥١,٥	الصحراوية الرملية
سفوح الهشيم	٢٠,٢,٢,٧	١,٩٣	٨٤٠	٧٨٠	٤	٠,١٢	٢٢	جرداء	٠,١٢٢	٠,١٨٣	٠,٤٣٠	٤٧,٢	كلسية جافة
مسطحات طينية	٢٠,٢,٢,٨	٦,٥٣	٩٠٠	٧٥٠	٢,٥	٠,١١	٢٣	زراعة	٠,١١٨	٠,١٧٦	٠,٤٥٤	٥٠,١	تربة كامبية جافة
مجاري اودية	٢٠,٢,٢,٩	١٠٠,٠٢	٩٩٠	٧٥٠	٣,٥	٠,١٤	٢٦	جرداء	٠,١٢٢	٠,١٨٢	٠,٤٤٨	٥٣,٠	كلسية جافة

الوحدة الأرضية	الرمز	الرمل	الطين	السلت	القوام	نفاذية	كثافة	الجيولوجيا	النبات الطبيعي	الفيضانات
اسطح عليا (مستوية- قبابية)	٢٠,٢,١,١	٨٣,١	٩,٦	٧,٣	رملي	١	٠,٤٦	حجر رملي اردوفيشي	شجيرات صحراوية	أمنة
سفوح شديدة الميل	٢٠,٢,١,٢	٨٣,١	٩,٦	٧,٣	رملي	١	٠,٣٥	حجر رملي اردوفيشي	خالية من النباتات	أمنة
حوائط راسية	٢٠,٢,١,٣	٨٣,١	٩,٦	٧,٣	رملي	١	٠,٧٦	حجر رملي اردوفيشي	خالية من النباتات	أمنة
بيدمنت	٢٠,٢,١,٤	٨٣,١	٩,٦	٧,٣	رملي	١	١,١١	حجر رملي اردوفيشي	شجيرات صحراوية	أمنة
اراضي تغططيها فرشات رملية	٢٠,٢,١,٥	٨٣,١	٩,٦	٧,٣	رملي	١	١,٦٨	رواسب رملية حديثة	خالية من النباتات	أمنة
اسطح شبه مستوية محاطة بجروف	٢٠,٢,١,٦	٨٣,١	٩,٦	٧,٣	رملي	١	٠,٨٢	حجر رملي اردوفيشي	شجيرات الغضا	أمنة
كديوات	٢٠,٢,١,٧	٨٣,١	٩,٦	٧,٣	رملي	١	٠,١٢	حجر رملي اردوفيشي	والطرفة والحنظل	أمنة
مجاري اودية	٢٠,٢,١,٨	٨٣,١	٩,٦	٧,٣	رملي	١	٢,٩١	رواسب اودية حديثة	والرتم والشيح	خطرة
مسطحات طينية	٢٠,٢,١,٩	٣٦,١	١١,٥	٥٢,	متوسط	٣	٢,٢٦	رواسب طينية وغرينية	خالية من النباتات	امنة
مصاطب صخرية	٢٠,٢,١,١٠	٨٣,١	٩,٦	٧,٣	رملي	١	٠,٠٤	حجر رملي اردوفيشي	شجيرات صحراوية	أمنة
سفوح الحضيض	٢٠,٢,١,١١	٨٣,١	٩,٦	٧,٣	رملي	١	٠,٦	حجر رملي اردوفيشي	خالية من النباتات	أمنة
سفوح الهشيم	٢٠,٢,١,١٢	٨٣,١	٩,٦	٧,٣	رملي	١	١,١٨	رواسب رملية وحصوية	شجيرات الغضا	أمنة
كثبان رملية	٢٠,٢,١,١٣	٨٣,١	٩,٦	٧,٣	رملي	١	٢,١٨	كثبان رملية حديثة	والطرفة والحنظل	أمنة
اسطح عليا مستوية	٢٠,٢,٢,١	٨٣,١	٩,٦	٧,٣	رملي	١	١,٠٨	حجر رملي كلسي	والرتم والشيح	أمنة
بيدمنت	٢٠,٢,٢,٢	٨٣,١	٩,٦	٧,٣	متوسط	٣	٠,٨٨	حجر رملي كلسي	شجيرات من الحنظل	أمنة
حماد صخري	٢٠,٢,٢,٣	٣٦,١	١١,٥	٥٢,	متوسط	٣	١,١٦	حجر رملي كلسي	شجيرات من الحنظل	أمنة
سفوح لطيفة الميل	٢٠,٢,٢,٤	٣٦,١	١١,٥	٥٢,	متوسط	٣	٠,٢٦	حجر رملي كلسي	خالية من النباتات	أمنة
اراضي الحضيض	٢٠,٢,٢,٥	٣٦,١	١١,٥	٥٢,	متوسط	٣	١,٣١	حجر رملي كلسي	شجيرات صحراوية	أمنة
اراضي تغطيها فرشات رملية	٢٠,٢,٢,٦	٨٣,٠	١٠,٠	٧,٠	رملي	١	١,٤٣	رواسب رملية حديثة	من الرتم والحنظل	أمنة
سفوح الهشيم	٢٠,٢,٢,٧	٣٦,١	١١,٥	٥٢,	متوسط	٣	٢,٠٧	رواسب رملية وحصوية	والحوليات	أمنة
مسطحات طينية	٢٠,٢,٢,٨	١٧,١	٢٣,٩	٥٩,	متوسط	٣	٢,١٣	رواسب طينية وغرينية	خالية من النباتات	خطرة
مجاري اودية	٢٠,٢,٢,٩	٣٦,١	١١,٥	٥٢,	متوسط	٣	١,٨٢	رواسب اودية حديثة	شجيرات صحراوية	خطرة

الوحدة الأرضية	الرمز	المساحة	اقصى ارتفاع	أدنى أرتفاع	الانحدار	انجراف التربة	الامطار	الاستعمال	NDVI	SAVI	كروما	sbi	نوع التربة
سفوح متوسطة الميل	٢٠,٣,١	٦,٤٢	١١١٠	٩٣٠	١٢,٩	٠,١٧	٢٥	جرداء	-٠,١١٨	٠,١٧٧ -	٠,٤٨٥	٤٦,٧٦	الصحراوية الرملية
بيدمنت	٢٠,٣,٢	١,٤٠	٩٦٠	٩٣٠	٣,١	٠,١٧	٢٥	جرداء	-٠,١٢١	٠,١٨٢ -	٠,٤٦٥	٥٥,٥٤	تربة كامبية جافة
حماد رملي	٢٠,٣,٣	٢٥٦,٣٤	١١٤٠	٧٨٠	٤,٥	٠,١٥	٢٤	جرداء	-٠,١٢٢	٠,١٨٣ -	٠,٤٢٢	٥٠,١٩	كلسية جافة
مجاري اودية	٢٠,٣,٤	١٦,٠٤	٩٩٠	٧٥٠	٣,٤	٠,١٦	٢٣	جرداء	-٠,١٢٤	٠,١٨٥ -	٠,٤٤	٥٢,١٦	كلسية جافة
اراضي الحضيض	٢٠,٣,٥	٠٥٠	٩٣٠	٩٠٠	١٨,٨	٠,١٦	٢٥	جرداء	-٠,١٢٧	٠,١٩١ -	٠,٤١٣	٤٧,٣١	كلسية جافة
كثبان رملية	٢٠,٣,٦	٣٨,٧٤	١٠٢٠	٨٧٠	٣	٠,١٥	٢٥	جرداء	-٠,١٢٣	٠,١٨٤ -	٠,٤٣٩	٥٣,٣١	الصحراوية الرملية
اسطح عليا محدبة	٢٠,٣,٧	٠,٦٣	١٠٨٠	٩٦٠	١٠,٦	٠,١٧	٢٥	جرداء	-٠,١١٦	٠,١٧٤ -	٠,٤٨٦	٤٦,٨٦	الصحراوية الرملية

الوحدة الأرضية	الرمز	الرمل	الطين	السلت	القوام	نفاذية التربة	كثافة التصريف	الجيولوجيا	النبات الطبيعي	الفيضانات
سفوح متوسطة الميل	٢٠,٣,١	٨٣,١	٩,٦	٧,٣	رملي	١	٠	حجر رمل ناعم وغيرين	خالية من النباتات	أمنة
بيدمنت	٢٠,٣,٢	١٧,١	٢٣,٩	٥٩,٠	متوسط هيكلي	١	٤,٢	حجر رمل ناعم وغيرين	شجيرات صحراوية	أمنة
حماد رملي	٢٠,٣,٣	٣٦,١	١١,٥	٥٢,٤	متوسط هيكلي	٣	١,٠٨	رواسب رملية حديثة	خالية من النباتات	أمنة
مجاري اودية	٢٠,٣,٤	٣٦,١	١١,٥	٥٢,٤	متوسط هيكلي	٣	٢,٧٤	رواسب اودية حديثة	شجيرات الغضا	خطرة
اراضي الحضيض	٢٠,٣,٥	٣٦,١	١١,٥	٥٢,٤	متوسط هيكلي	٣	٠	حجر رمل ناعم وغيرين	والطرفة والحنظل	أمنة
كثبان رملية	٢٠,٣,٦	٨٣,١	٩,٦	٧,٣	رملي	١	١,٥٤	رواسب رملية حديثة	والرتم والشيح	أمنة
اسطح عليا محدبة	٢٠,٣,٧	٨٣,١	٩,٦	٧,٣	رملي	١	٠	حجر رمل ناعم وغيرين	والرتم والشيح	أمنة

الوحدة الأرضية	الرمز	المساحة	اقصى ارتفاع	أدنى أرتفاع	الانحدار	انجراف التربة	الامطار	الاستعمال	NDVI	SAVI	كروما	sbi	نوع التربة
منحدرات كويستا راس النقب	٣٠,١,١	٦٢,٠٥	١٦٥٠	١٣٨٠	٦,٥	٠,٢٢	٣٢	جرداء	-٠,١٠	-٠,١٤٨	٠,٤٨٤	٤٥,٠٧	كلسية جافة
مجاري اودية	٣٠,١,٢	٣٩,٧٩	١٢٩٠	١٠٢٠	٣,٢	٠,٢٧	٣٢	جرداء	-٠,١٠١	-٠,١٥٤	٠,٤٧١	٥١,٣٣	الصحراوية الرملية
اراضي متموجة	٣٠,١,٣	٦٣٩,٥٣	١٥٠٠	١٠٢٠	٤,١	٠,٢٣	٣٢	جرداء	-٠,١٠٢	-٠,١٥٢	٠,٤٩٢	٤٥,٠١	كلسية جافة
حافات نحت صدعية	٣٠,٢,١	٣٦,٥٦	١٥٩٠	١٠٨٠	١٢	٠,٢١	٣١	جرداء	-٠,١١	-٠,١٦٤	٠,٤٨	٤٥,٧٢	كلسية جافة
ظهور الخنازير	٣٠,٢,٢	٢,٦٨	١٥٩٠	١٣٥٠	١٠,٩	٠,٢١	٣١	جرداء	-٠,١١	-٠,١٦٤	٠,٤٦٨	٤٧,٩٦	كلسية جافة
منحدرات نحت	٣٠,٣,١	٥٥,٦٨	١٢٩٠	٩٩٠	١٢,٨	٠,٢٠	٣٥	جرداء	-٠,١١٥	-٠,١٦٥	٠,٤٩٢	٤٣,٢٦	كلسية جافة
تلال منعزلة	٣٠,٣,٢	١١,٣٥	١٤٤٠	١١٤٠	١١,٩	٠,١٨	٣٣	جرداء	-٠,١٠٩	-٠,١٧٢	٠,٤٨٧	٥١,٣٦	حصوية صحراوية
اراضي الحضيض	٣٠,٣,٣	١٣,٠١	٩٩٠	١٠٥٠	٦,٤	٠,١٩	٣٥	جرداء	-٠,١١٨	-٠,١٧٦	٠,٤٨٢	٤٩,٧٤	حصوية صحراوية
كويستات متواضعة	٣٠,٣,٤	٢,٠٩	١٥٠٠	١٥٠٠	٧,٤	٠,٢١	٣١	جرداء	-٠,١٠٩	-٠,١٦٣	٠,٤٧٤	٤٧,٨١	الصحراوية الرملية
مجاري أودية	٣٠,٣,٥	٣,٠٧	٩٩٠	٩٩٠	٣,٩	٠,١٩	٣٥	جرداء	-٠,١١٧	-٠,١٧٦	٠,٤٧١	٥٦,٤٢	حصوية صحراوية

الوحدة الأرضية	الرمز	الرمل	الطين	السلت	القوام	نفاذية التربة	كثافة التصريف	الجيولوجيا	النبات الطبيعي	الفيضانات
منحدرات كويستا راس النقب	٣٠،١، ١	٣٦،١	١١،٥	٥٢،٤	متوسط هيكلي	٣	٠،٦٢	تكوينات كلسية وعقيدة وحصى بلويستوسينية		أمنة
مجاري اودية	٣٠،١، ٢	٨٣	١٠،٠	٧،٠	رملي	١	٢،٣١	تكوينات رملية وحصوية حديثة		خطرة
اراضي متموجة	٣٠،١، ٣	٣٦،١	١١،٥	٥٢،٤	متوسط هيكلي	٣	١،١٢	تكوينات كلسية	حوليات	أمنة
حافات نحت صدعية	٣٠،٢، ١	٣٦،١	١١،٥	٥٢،٤	متوسط هيكلي	٣	٠،٣٨	تكوينات كلس عقيدية		أمنة
ظهور الخنازير	٣٠،٢، ٢	٣٦،١	١١،٥	٥٢،٤	متوسط هيكلي	٣	٠	تكوينات كلس عقيدية		أمنة
منحدرات نحت	٣٠،٣، ١	٣٦،١	١١،٥	٥٢،٤	متوسط هيكلي	٣	٠،٨١	تكوينات رملية وكلسية وحصى بلويستوسيتية	خالية من النباتات	أمنة
تلال منعزلة	٣٠،٣، ٢	٥١،٢	١٥،٥	٣٣،٣	رملي هيكلي	٢	٠	تكوينات رملية		أمنة
اراضي الحضيض	٣٠،٣، ٣	٥١،٢	١٥،٥	٣٣،٣	رملي هيكلي	٢	١،٣٨	رواسب رملية		أمنة
كويستات متواضعة	٣٠،٣، ٤	٨٣،٠	١٠،٠	٧،٠	رملي	١	٠	تكوينات رملية وكلسية		أمنة
مجاري أودية	٣٠،٣، ٥	٥١،٢	١٥،٥	٣٣،٣	رملي هيكلي	٢	٢،٦٥	حصى وجلاميد رملية وكلسية	شجيرات متفرقة	خطرة

الوحدة الأرضية	الرمز	المساحة	اقصى ارتفاع	أدنى أرتفاع	الانحدار	انجراف التربة	الامطار	الاستعمال	NDVI	SAVI	كروما	sbi	نوع التربة
مراوح ذات نشاط حتي	٤٠,١,١	١٥٦,٧٧	٢٩٠	٣٠	٣,٢	٠,٢٦	٢٥	مراعي ومراكز عمرانية	-٠,١٥٥	-٠,٢٣٣	٠,٣٧٣	٤٤,٢٤	حصوية صحراوية
اراضي مراوح غير نشطة	٤٠,١,٢	٦٤,٧٤	٤٢٠	٣٠	٤,١	٠,٢٦	٢٥	مراعي	-٠,١٥٩	-٠,٢٣٩	٠,٣٧٣	٤١,٥٥	حصوية صحراوية
اراضي طينية	٤٠,٢,١	٢,٣٤	٦٠	٦٠	١,٢	٠,٢٨	٢٥	مراعي	-٠,١٢٧	-٠,١٩	٠,٥٠٢	٣٧,٤٧	كلسية جافة
هوامش ملحية	٤٠,٢,٢	١٨,٤٤	٦٠	٦٠	١,٥	٠,٢٧	٢٥	مراعي	-٠,١٣٧	٠,٢٠٦	٠,٤٣٢	٤٢,٦٥	كلسية جافة
اراضي رملية وغررينية انتقالية	٤٠,٢,٣	١١,٧٤	٦٠	٦٠	١,٤	٠,٢٨	٢٥	مراعي	-٠,١٣١	-٠,١٦٩	٠,٥٣٥	٣٥,٤١	الصحراوية الرملية
نباك	٤٠,٣,١	٢,١٩	٦٠	٦٠	١,١	٠,٢٩	٣٠	مراعي	-٠,١٢١	-٠,١٨٢	٠,٤٤٣	٥٦,١٢	الصحراوية الرملية
فرشات رملية	٤٠,٣,٢	٣١,٢٠	١٢٠	٩٠	١,٥	٠,٢٧	٣٠	مراعي	-٠,١٢٩	-٠,١٩٣	٠,٤٥٨	٥٩,٧٦	الصحراوية الرملية
كثبان هلالية	٤٠,٣,٣	٢٢,٧٩	٩٠	٦٠	١,٤	٠,٢٩	٣٠	مراعي	-٠,١٢٩	-٠,١٩٣	٠,٤٤٧	٥٧,٤٢	الصحراوية الرملية
الظلال	٤٠,٣,٤	٨,٦١	٤٥٠	١٥٠	٥,٨	٠,٢٦	٣٠	مراعي	-٠,١٣٢	-٠,١٩٦	٠,٤٨٤	٥٤,٥١	الصحراوية الرملية
الساحل الرملي	٤٠,٤,١	٣,٥٠	٩٠	٣٠	٣,٨	٠,٢٨	٢٣	مراكز عمرانية	-٠,٢٦٩	-٠,٢٢٢	٠,٣٨٦	٣٣,٨	حصوية صحراوية
بقايا شؤاطي مرفوعة	٤٠,٤,٢	٠,٢٥	٣٠	٣٠	٤,٣	٠,٢٨	٢٣	جرداء	-٠,١٥٦	-٠,٢٢٨	٠,٤٢٩	٣٨,٣٦	حصوية صحراوية
مراوح بليوستيسنية شديدة التقطع	٤٠,٤,٣	٥٨,٤٨	٦٩٠	٣٠	٥,٨	٠,٢٧	٢٣	جرداء	-٠,١٥١	-٠,٢٢٦	٠,٤٤٢	٣٨,٠٢	حصوية صحراوية
مراوح حديثة غير مقطعة	٤٠,٤,٤	٧,١٠	٦٠٠	٢٧٠	٤,٨	٠,٢٦	٢٣	جرداء	-٠,١٤٧	-٠,٢٢	٠,٤٢١	٤٠,٥١	حصوية صحراوية
مراوح ذات نشاط حتي	٤٠,٤,٥	٢٤,٠١	٥٧٠	٣٠	٥,٨	٠,٢٨	٢٣	مراكز عمرانية	-٠,١٥٥	-٠,٢٢٨	٠,٤٣٥	٣٨,٠٧	حصوية صحراوية

لوحدة الأرضية	الرمز	الرمل	الطين	السلت	القوام	نفاذية	كثافة	الجيولوجيا	النبات الطبيعي	الفيضانات
مراوح ذات نشاط حتي	٤٠,١,١	٥١,٢	١٥.٥	٣٣,٣	رملي هيكلي	٢	١,٩١	رواسب حديثة من الجلاميد ومفتات	بقايا اجام متراجعة	خطرة
اراضي مراوح غير نشطة	٤٠,١,٢	٥١,٢	١٥.٥	٣٣,٣	رملي هيكلي	٢	١,٥٤	تتحول إلى رواسب ناعمة عند اقدام	بقايا اجام متراجعة	خطرة
اراضي طينية	٤٠,٢,١	٣٦,١	١١,٥	٥٢,٤	متوسط	٢	٠	رواسب طينية	بقايا اجام متراجعة	آمنة
هوامش ملحية	٤٠,٢,٢	٣٦,١	١١,٥	٥٢,٤	متوسط	٢	٠	رمل خشن وحصى	بقايا اجام متراجعة	آمنة
اراضي رملية وغررينية انتقالية	٤٠,٢,٣	٨٣,١	٩.٦	٧,٣	رملي	١	٠	رواسب رملية	بقايا اجام متراجعة	آمنة
نباك	٤٠,٣,١	٨٣,١	٩,٦	٧,٣	رملي	١	٠	رواسب رملية حديثة	اجام الغضا	آمنة
فرشات رملية	٤٠,٣,٢	٨٣,١	٩,٦	٧,٣	رملي	١	١,٣٧	رواسب رملية حديثة	اجام الغضا	آمنة
كثبان هلالية	٤٠,٣,٣	٨٣,١	٩,٦	٧,٣	رملي	١	٠,٤٨	رواسب رملية حديثة	اجام الغضا	آمنة
الظلال	٤٠,٣,٤	٨٣,١	٩,٦	٧,٣	رملي	١	١,١٦	رواسب رملية حديثة	اجام الغضا	آمنة
الساحل الرملي	٤٠,٤,١	٥١,٢	١٥,٥	٣٣,٣	رملي هيكلي	٢	١,٤٢	رواسب رملية حديثة	خالية من النباتات	خطرة
بقايا شؤاطي مرفوعة	٤٠,٤,٢	٥١,٢	١٥,٥	٣٣,٣	رملي هيكلي	٢	٠	حطام مرجانية	خالية من النباتات	أمنة
مراوح بليوستيسنية شديدة	٤٠,٤,٣	٥١,٢	١٥,٥	٣٣,٣	رملي هيكلي	٢	١,٤٤	مفتات رملية خشنة إلى ناعمة	شجيرات صغيرة	خطرة
مراوح حديثة غير مقطعة	٤٠,٤,٤	٥١,٢	١٥,٥	٣٣,٣	رملي هيكلي	٢	١,١٢	مفتات رملية خشنة إلى ناعمة	شجيرات صغيرة	خطرة
مراوح ذات نشاط حتي	٤٠,٤,٥	٥١,٢	١٥,٥	٣٣,٣	رملي هيكلي	٢	١,٤	مفتات رملية خشنة إلى ناعمة	شجيرات صغيرة	خطرة

ملحق (٢) مصفوفة المتغيرات الأرضية للنظم الأرضية

النظام الأرضي	الرمز	المساحة	اقصى	أدنى	الانحدار	انجراف	الامطار	الاستعمال	NDVI	SAVI	كروما	SBI
أراضي الجرانيت شديدة	١٠,١	١٠٥٠,٦	١٥٩٠	٣٠	١٠,٨٥	٠,٢٣	٣٤,٨	جرداء	-٠,١٤	٠,٢١	٠,٤٨	٣٨,٣٧
أراضي الجرانيت متوسطة	١٠,٢	٥٢٣,٤٨	١٤٤٠	٣٩٠	٨,٤	٠,٢	٢٧,١٢	مراكز عمرانية	-٠,١٣	٠,٢	٠,٥	٣٧,٨١
أارضي غرابن الجليف	١٠,٣	١٩,٣١	١١٤٠	٧٨٠	٨,٩٢	٠,٢٤	٣٥	جرداء	-٠,١٢	٠,١٧	٠,٤٨	٤٧,١٤
الحجر الرملي الكامبري	٢٠,١	١٠١٧,٩	١٦٨٠	٢١٠	٨,٠٥	٠,١٩	٣٦	جرداء+زراعية	-٠,١٢	٠,١٦	٠,٥٢	٤٤,٠١
اراضي الانسلبرج	٢٠,٢,١	١٧٩٩,١	١٨٠٠	٧٥٠	٧,٩٦	٠,١٩	٢٩,٨٤	جرداء+زراعية	-٠,١١	٠,١٧	٠,٤٩	٤٨,٦٣
أراضي القارات	٢٠,٢,٢	٧٥٤,٣٣	١٤٤٠	٧٥٠	٥,٠١	٠,١٣	٢٣,٨٩	جرداء+زراعية	-٠,١١	-٠,١٧	٠,٤٥	٤٨,٤٤
الحجر الرملي السيلوري	٢٠,٣	٣٢٠,٠٧	١١١٠	٧٥٠	٨,٠٤	٠,١٦	٢٤,٥٧	جرداء	-٠,١٣	-٠,١٨	٠,٤٥	٥٠,٣
اراضي الكلس الايكونويدي	٣٠,١	٧٤١,٣١	١٦٥٠	١٠٢٠	٤,٦	٠,٢٤	٣٢	جرداء	-٠,١	-٠,١٥	٠,٤٨	٤٧,١٣
اراضي الكلس العقيدي	٣٠,٢	٣٩,٢٤	١٥٩٠	١٠٨٠	١١,٤٥	٠,٢١	٣١	جرداء	-٠,١١	-٠,١٦	٠,٤٧	٤٦,٨٤
اراضي الحجر الرملي	٣٠,٣	٨٥,٢٢	١٥٠٠	٩٩٠	٨,٤٨	٠,١٩	٣٣,٨	جرداء	-٠,١١	-٠,١٧	٠,٤٨	٤٩,٧١
اراضي البهادا	٤٠,١	٢١,٥١	٢٩٠	٣٠	٣,٦٥	٠,٢٦	٢٥	مراعي+ مراكز	-٠,١٦	-٠,٢٤	٠,٣٧	٤٢,٨٩
أراضي السبخات والخبرات	٤٠,٢	٣٢,٥٢	٦٠	٦٠	١,٣٦	٠,٢٧	٢٥	مراعي	-٠,١٣	-٠.٢	٠,٤٨	٣٨,٥١
أراضي الكثبان الرملية	٤٠,٣	٦٤,٧٩	٤٥٠	٦٠	٢,٤٥	٠,٢٨	٣٠	مراعي	-٠,١٣	-٠,١٩	٠,٤٦	٥٦,٩٥
أراضي ساحل العقبة	٤٠,٤	٨٥,٣٤	٦٩٠	٣٠	٤,٩	٠,٢٧	٢٣	مراكز	-٠,١٨	-٠,٢٢	٠,٤٢	٣٧,٧٥

النظام الأرضي	الرمز	نوع التربة	الرمل	الطين	السلت	القوام	النفاذية	كثافة التصريف	الفيضانات	الجيولوجيا	النبات الطبيعي
أراضي الجرانيت شديدة التضرس	١٠,١	كلسية ضحلة	٤٦	٢٢,٥	٣١,٥	رملي هيكلي	٢	١,١٢	امنة	جرانيت، جرانوديورايت، بلاجيوكليز ،	شجيرات متفرقة من العرعر والسنط
أراضي الجرانيت متوسطة التضرس	١٠,٢	صحراوية ضحلة	٦١	١٤	٢٥	رملي	١	١,٨	قليلة الخطورة	جرانيت، جرانوديورايت، بلاجيوكليز ،	شجيرات متفرقة من من الهاليكسيلون
ألراضي غرابن الجليف	١٠,٣	كلسية ضحلة	٤٥	٢٠	٣٥	رملي هيكلي	٢	٠	امنة	حجر رملي من الكامبري	شجيرات متفرقة من من الهاليكسيلون
الحجر الرملي الكامبري	٢٠,١	حصوية صحراوية	٥٤,٥	١٧	٢٨,٥	رملي هيكلي	٢	١,١٣	امنة	حجر رملي من الكامبري	شجيرات صحراوية
اراضي الانسلبرج	٢٠,٢,١	صحراوية رملية	٧٨	١٢	١٠	رملي	١	١,١١	امنة	رواسب رملية حديثة	السفوح والقيعان خالية وبقايا الاراضي
أراضي القارات	٢٠,٢,٢	صحراوية رملية	٣٢	٣٠	٣٨	رملي	١	٠	امنة	حجر رملي كلسي اردوفيشي	اما عارية او مغطاة جزئيا بشجيرات
الحجر الرملي السيلوري	٢٠,٣	كلسية جافة	٤٦	٢٤	٣٠	متوسط هيكلي	٢	١,٣٦	امنة	حجر رمل ناعم وغيرين	شجيرات متفرقة من الحنظل والطرفة
اراضي الكلس الايكونويدي السيليسي	٣٠,١	كلسية جافة	٣٩	٢٨	٣٢	متوسط هيكلي	٢	١,٣٥	امنة	تكوينات كلسية وعقيدة وحصى بلوستوسينية	حوليات وشجيرات متفرقة
اراضي الكلس العقيدي	٣٠,١	كلسية جافة	١٨	٣٨	٤٤	متوسط هيكلي	٢	٠,١٩	امنة	تكوينات كلس عقيدية	حوليات وشجيرات متفرقة
اراضي الحجر الرملي الكرنب	٣٠,٣	صحراوية رملية	٥١	١٩	٣٠	رملي	١	٠,٩٦	امنة	تكوينات رملية وكلسية وحصى بلوبستوسينية	شجيرات صغيرة
اراضي البهادا	٤٠,١	حصوية صحراوية	٥١	١٦	٣٣	رملي هيكلي	٢	١,٧٢	خطرة	رواسب طينية ورملية حديثة	بقايا اجام متراجعة
أراضي السبخات والخبرات	٤٠,١	كلسية جافة	٣٩	٢٩	٣٢	متوسط هيكلي	٢	٠	امنة	رواسب طينية ورملية حديثة	اجام من الغضا والعرقد
أراضي الكثبان الرملية	٤٠,٣	رملية وحصوية جافة	٨٣	١٠	٧	رملي هيكلي	٢	٠,٧٥	امنة	رواسب رملية حديثة	اجام من الغضا والعرقد
أراضي ساحل العقبة	٤٠,٤	حصوية صحراوية	٥١	١٦	٣٣	رملي هيكلي	٢	١,٠٧	خطرة	رواسب طينية ورملية حديثة	شجيرات متفرقة من السنط

ملحق (٣) مصفوفة المتغيرات للأقاليم الأرضيّة

الاقليم الأرضي	إقليم الجرانيت	إقليم الحجر الرملي	لإقليم الحجر الكلسي	إقليم وادي عربة وساحل العقبة
المساحة	١٥٩٣,٤١	٣٨٩١,٥١	٨٦٥,٧٥	٢٠٤,١٦
اقصى ارتفاع	١٥٩٠	١٨٠٠	١٦٥٠	٦٩٠
أدنى أرتفاع	٣٠	٢١٠	٩٩٠	٠
الانحدار	٩,٣٩	٧,٢٦	٨,١٧	٣,٠٩
انجراف التربة	٠,٢٢	٠,١٧	٠,٢١	٠,٢٧
الامطار	٣٢,٣	٢٨,٥٧	٣٢,٢٦	٢٥,٧٥
الاستعمال	جرداء+مراكز عمرانية+زراعة	جرداء+زراعة	جرداء	مراعي+مراكز عمرانية+جرداء
NDVI	-٠,١٣	-٠,١١	-٠,١٠	-٠,١٥
SAVI	-٠,٠٥	-٠,١٧	-٠,١٦	-٢١.|٠
كروما	٠,٤٧	٠,٤٧	٠,٤٧	٠,٤٣
Sbi	٤١	٤٧,٨٤	٤٧,٨٩	٤٤,٠١
نوع التربة	صحراوية ضحلة	تربة صحراويةرملية	كلسية جافة	تربة حصوية
الرمل	٥١	٥٢	٣٦	٥٦
الطين	١٩	٢١	٢٨	١٨
السلت	٣٠	٢٧	٣٥	٢٦
القوام	رملي	رملي	رملي هيكلي	رملي هيكلي
النفاذية	١	١	١	٢
كثافة التصريف	٠,٩٧	٠,٩٠	٠,٨٣	٠,٨٨
الفيضانات	امنة	امنة	امنة	خطرة
الجيولوجيا	جرانيت حامضي وقاعدي، بلاجيوكليز، وقواطع راسية	صخور الحجر الرملي الكامبري والاردوفيشي والسيلوري	صخور الحجر الكلسي العقيدي والايكونويدي، والحجر الرملي الكرنب	رواسب رباعية حديثة
النبات الطبيعي	انواع من الجفافيات الشوكية كالرتم والسنط والعرعر	سيادة شجيرات الغضا والطرفة والحنظل والشيح والحوليات	اغلب الأراضي خالية من النباتات مع ظهور الحوليات في راس النقب	الحوليات والشجيرات الصحراوية

ملحق (٤) الدرجات العاملية للوحدات الأرضية

النظم الأرضية	الوحدات الأرضية	العامل الأول	العامل الثاني	العامل الثالث	العامل الرابع
أراضي ساحل العقبة	مراوح حديثة غير مقطعة	٠,٠٢٤	-١,٤٥٩	٠,٢١١	١,٠٤٥
أرضي غرابن الجليف	مراوح فيضية	٠,٠٢٠	٠,٥٦٨	-١,١٠٨	٠,٤٠٣
أراضي البهادا	مراوح ذات نشاط حتي	-٠,٠٠٤	-٢,٠٧٧	٠,٢٥٩	١,٠٤١
أراضي ساحل العقبة	مراوح بليوستيسنية شديدة التقطع	-٠,٠٠٧	-١,٨٣٨	٠,٢٦٢	١,٢١٢
أرضي غرابن الجليف	بقايا اسطح تحاتية	-٠,٠٣٦	٠,٩٥٨	-٠,٨٨٣	-٠,٤٩٩
أراضي ساحل العقبة	بقايا شؤاطي مرفوعة	-٠,٠٤٨	١,٩٧٩	٠,٧٣١	-٠,٨٠٧
أراضي الجرانيت شديدة	بيدمنت	-٠,٦٠٤	٠,١٠٨	-٠,٨١١	-٠,٥١٩
أراضي الجرانيت شديدة	سفوح الهشيم	-٠,٦٠٦	-٠,٩٦٧	-٠,٢٤٣	-٠,٣٦٦
أراضي الجرانيت شديدة	مصاطب صخرية	-٠,٩٠٦	-٠,٤٢٤	-٠,٩٨٥	-٠,٨٧١
اراضي حجر رمل الكرنب	كويستات متواضعة	-٠,٩٢٢	١,٣٠١	-٠,٢٣٢	-٠,٩٤٢
أراضي الجرانيت متوسطة	مصاطب لحقية	-٠,٩٢٢	-٠,٤٨١	٠,٠٥١	-٠,١٥٤
أراضي الجرانيت متوسطة	سفوح مستقيمة متوسطة الميل	-٠,٩٢٣	-١,٢٢١	٠,٣٥٤	-١,٣٠٢
أراضي الانسلبرج	سفوح شديدة الميل	-٠,٩٢٣	٠,٢٩١	٠,١٥٨	-١,٢٥٤
أراضي الحجر الرملي السيلوري	سفوح متوسطة الميل	-٠,٩٣٦	٠,٣٨٣	٠,٦١٢	-٠,٩٩٩
أراضي الجرانيت متوسطة	سفوح عليا محدبة	-٠,٩٤٣	-٠,٧٩٩	٠,١٠٠	-١,٥٧١
أراضي الانسلبرج	سفوح الحضيض	-٠,٩٧٧	٠,٦٩٧	-٠,٣١٨	-٠,٨٢٣
أراضي الجرانيت متوسطة	بيدمنت	-٠,٩٩٠	٠,١٩١	٠,٠١٥	-٠,٥٣٨
أراضي الانسلبرج	حوائط راسية	-٠,٩٩٣	٠,٦٣٦	-٠,٠٥٦	-٠,٧٢٤
أراضي الانسلبرج	مجاري اودية	-١,٠٢٧	٠,٨٢٦	-٠,٤٧٩	٢,١٢٥
أراضي الحجر الرملي السيلوري	اسطح عليا محدبة	-١,٠٧٥	٠,٥٠٩	٠,٧٣٧	-٠,٤٢٨
أراضي الحجر الرملي السيلوري	كثبان ١ة	-١,٠٩٠	٠,٤٠٦	٠,٧٠٢	٠,٦٩٢
أراضي الحجر الرملي الكامبري	كديوات	-١,٠٩٤	٠,١٧٠	-٠,٢١٧	-٠,٩٧٤
أراضي الانسلبرج	سفوح الهشيم	-١,٠٩٧	٠,٧١٠	٠,٠٠٢	٠,٠٢٠
أراضي الانسلبرج	مصاطب صخرية	-١,١٠١	٠,٤٥٥	٠,٩٦٦	-٠,٥١٠
أراضي القارات	اراضي تغطيها فرشات رملية	-١,١١٠	٠,٧٧٩	١,٠٦٣	٠,٦٢٦
أراضي القارات	اسطح عليا مستوية	-١,١١٦	٠,٣٠٤	٠,٥٢٠	٠,٣٠٨
أراضي الانسلبرج	اسطح شبه مستوية محاطة بجروف	-١,١٢١	٠,٤٣٢	٠,٣٤٩	٠,٠٧٧
أراضي الحجر ال١الأردوفيشي	اسطح عليا (مستوية-قبابية)	-١,١٤٧	٠,٥٣٣	٠,٢٢١	-٠,٢١٩
أراضي الانسلبرج	كديوات	-١,١٥١	٠,٩٥١	-٠,٠٣٨	-٠,١٧٩
أراضي الانسلبرج	كثبان رملية	-١,١٨٧	٠,٦١٦	٠,٤٤١	٠,٩٧١
ارضي الكلس الايكونويدي	مجاري اودية	-١,٢٣٠	١,٧٨٧	٠,٩٦٤	١,٨٥١
أراضي الانسلبرج	اراضي تغططيها فرشات رملية	-١,٢٨٧	٠,٥٥٢	٠,٤١٧	١,٠٤٥
أراضي الكثبان الرملية	الظلال	-١,٣١٣	-٠,٧٩٨	٠,٢٥٩	٠,٠٢٧
أراضي الانسلبرج	بيدمنت	١,٣٥٠	٠,٤٨٢	٠,١٠٦	٠,٢٨٦
أراضي السبخات والخبرات	اراضي رمليةة وغررينية انتقالية	-١,٣٧٠	-١,٣٨١	٠,٧٨١	-١,٥٥١
أراضي الكثبان الرملية	فرشات رملية	-١,٤٢٣	-٠,٤٦٠	٠,٢٩١	٠,٣٢٥
أراضي الحجر الرملي الكامبري	اراضي تغطيها فرشات رملية	-١,٤٥١	-٠,٠٠٦	٠,٥١٢	١,٢٠٨
أراضي الكثبان الرملية	كثبان هلالية	-١,٤٥٤	-٠,٥٨٤	٠,٣٦٨	-٠,١٦٦
أراضي الكثبان الرملية	نباك	-١,٤٦٥	-٠,٤٠٥	٠,٣٨٥	٠,٤٤٤٠

النظم الأرضية	الوحدات الأرضية	العامل الأول	العامل الثاني	العامل الثالث	العامل الرابع
أراضي القارات	مسطحات طينية	١,٩٨	٠,٤٦٤	٠,٩٠٩	٠,٩١٥
أراضي القارات	سفوح لطيفة الميل	١,٣٩٥	٠,٥٠٢	١,٥١٩	-١,٣١٨
اراضي الكلس العقيدي	ظهور الخنازير	١,٣٨٦	١,٤١٩	٠,٥١٥	-١,٣٢٧
اراضي حجر رمل الكرنب	منحدرات نحت	١,٣٧١	٠,٩٨٤	٠,٤١٩	-٠,٩٨٦
أراضي الانسلبرج	مسطحات طينية	١,٣٦٦	٠,٤٦٤	٠,٥٢٥	١,١٠٠
اراضي الكلس العقيدي	حافات نحت صدعية	١,٣٦٥	١,١١٩	٠,٥٧٤	-١,١٨٢
أراضي الحجر الرملي السيلوري	اراضي الحضيض	١,٣٥٧	٠,٢٨٦	١,٧٠٠	-٠,٨٠٤
أراضي الجرانيت شديدة التضرس	ذرى جرنيتية مذبية	١,٣٣٩	-١,٠١١	-١,٨٨٣	-١,٤٤٧
أراضي الحجر الرملي الكامبري	حوائط راسية	١,٣١٦	-٠,٣٧٩	-٢,٠٩٥	-٠,٩٥٨
أراضي الحجر الرملي السيلوري	مجاري اودية	١,٢٧٢	-٠,٣٧١	١,٠٩٥	١,٧٣٣
أراضي الجرانيت شديدة التضرس	سفوح الحضيض	١,٢٧٠	-١,٥٥٦	-١,٢٥٨	-٠,٢٤٧
أراضي الحجر الرملي السيلوري	حماد رملي	١,٢٦٤	٠,٢٤٦	١,٧٠٠	-٠,١٤٨
أراضي القارات	اراضي الحضيض	١,٢٤٩	٠,٤٤٨	١,٧١٧	٠,٠٠٢
أراضي القارات	سفوح الهشيم	١,٢٤٨	٠,٣٦٣	١,٧٤٧	٠,٥٨٥
أراضي القارات	مجاري اودية	١,٢٣٦	٠,٦٢٤	١,٠٩٥	١,٤٦٨
أراضي الجرانيت متوسطة	سفوح الحضيض	١,٢٠٤	-٠,٨٥٤	-١,٢٦٥	-٠,٠٩٨
ارضي الكلس الايكونويدي السيلسي	منحدرات كويستا راس النقب	١,١٩٤	١,٦٥٣	٠,٥٣٨	-٠,٣٠٨
أراضي الجرانيت شديدة التضرس	سفوح شديدة الميل	١,١٧٩	-١,٩٩٨	-١,٠٢٣	-٠,٣٥٨
أراضي القارات	بيدمنت	١,١٦٧	٠,٣٦٧	١,٧٢٢	٠,١٠٨
أراضي القارات	حماد صخري	١,١٦٦	٠,٣٣٣	١,٦٣٣	٠,٠٥٢
أراضي الجرانيت شديدة التضرس	اسطح من بقايا الحجر	١,١٥٨	-٠,٠٦٣	-٢,٣١٦	-٠,٨٦٤
أرضي غرابن الجليف	اعراف نافرة	١,١٣٠	٠,٧٩٥	-٢,١٩٠	-٠,٤٢٩
أراضي الحجر الرملي السيلوري	بيدمنت	١,١٠٤	٠,٧٧٥	٠,٦٨٢	١,٩٠٦
أراضي الحجر الرملي الكامبري	بيدمنت	١,٠٧١	٠,١١٢	٢,٠١٥٠	٠,١٣٦
ارضي الكلس الايكونويدي السيلسي	اراضي متموجة	٠,٩٥٠	٠,٦٦٧	١,٣٠٦	٠,٦٥٢
أراضي السبخات والخبرات	هوامش ملحية	٠,٦٤٢	-١,٢٠٠	١,٦٢٤	-١,٠٢٣
أراضي السبخات والخبرات	اراضي طينية	٠,٥٨٣	-١,٠٠٤	١,٥٠٢	-١,١٨٦
اراضي حجر رمل الكرنب	تلال منعزلة	٠,٢٥٤	١,١٣٩	-٠,٧٢١	-٠,٨٦٤
أراضي ساحل العقبة	الساحل الرملي	٠,٢٤٣	-٣,٦٦٦	٠,٥٦٧	٠,٠٧٤-
أراضي الجرانيت شديدة التضرس	مجاري أودية	٠,٢٤٢	-١,٠١٣	٠,٩٦٧	١,٨٣٩
أراضي الجرانيت شديدة التضرس	مصاطب لحقية	٠,٢٢٨	-٠,١٢٣	-١,٢٩٨	-٠,٢٠٥
أراضي الحجر الرملي الكامبري	مسطحات طينية	٠,٢٢٥	٠,٢٨٣	١,٣٦٢	١,٨١٩
أرضي غرابن الجليف	حافة كويستا	٠,٢٢٢	٠,٠٦٥	-٠,٧٢٣	-١,٣١٢
أراضي الحجر الرملي الكامبري	سفوح مستقيمة شديدة	٠,٢١٤	-٠,٣٣٧	-٠,٥٦١	-١,٣٠٢
اراضي حجر رمل الكرنب	مجاري أودية	٠,٢٠٦	٠,٩٩١	-١,٢٢١	١,٩٢١
اراضي حجر رمل الكرنب	اراضي الحضيض	٠,٢٠٣	٠,٨٥٣	-٠,٨٦٥	-٠,١١٦
أراضي الجرانيت متوسطة	مجاري أودية	٠,١٩٦	-٠,٣٨٥	-١,٠٠٧	١,٧١٤
أراضي الجرانيت متوسطة	مراوح فيضية	٠,١٩٥	-٠,٢٣٣	٠,٧٦١	١,٣٩٣
أراضي الحجر الرملي الكامبري	كثبان الظلال	٠,١٧٨	١,٣٢٣	-١,١٧٥	-١,٠٣٩
أراضي الجرانيت متوسطة	مصاطب صخرية	٠,١٦٩	-٠,٤٣٥	٠,١١١	-٠,٩٨٧
أراضي الحجر الرملي الكامبري	سفوح الهشيم	٠,١٥٣	٠,١١٠	-١,١١١	٠,٤٦٣
أراضي الحجر الرملي الكامبري	مجاري اودية	٠,١٤٥	٠,٠٦٥	-١,٠٨٠	١,٨٧٤
أراضي الحجر الرملي الكامبري	الاسطح العليا	٠,١٠٨	٠,٨٧٤	-٠,٦٧٣	-١,٠٠٥
اراضي البهادا	اراضي مراوح غير نشطة	٠,١٠٦	٢.!٨٥-	٠,١٥٦	٠,٩٢٧
أرضي غرابن الجليف	منحدرات ميل كويستا	٠,٠٦٧	٠,٩٤٥	-٠,٧٢٨	-٠,٤١٩
اراضي البهادا	مراوح ذات نشاط حتي	٠,٠٤٨	-٢,٠٥٨	٠,٢١٦	١,٢٧٧

Evaluation Of Terrain And Land Resources In The Southern Badia Of Jordan Using Remote Sensing And Geographical Information System

By

Nadia yakhlif Abushwashi

Supervisor
Dr. Y'ahia Essa Farhn, Prof.

Ca. Supervisor
Dr. Hussam Al-Bilbisi, Assistant prof

ABSTRACT

This study is addressing the assessment of the Terrain and natural resources of the southern desert of Hashemite Kingdome of Jordan, that to show the qualities of the resources of the Terrain and the risks natural that may be exposed to, as well as analysis of the classifications to know the identifications and the group units. In the same time, assess the resources of the soil represented in the characteristics of the vegetation cover. The study also addresses the risks of drifts and sudden floods that may take place in these territories. To achieve the objectives of this study, I have adopted the geomorphologic survey of the International Institute for Space Sciences and the Dutch Earth Science for the purpose of preparing the applicable and necessary geomorphological maps, meantime, I have defined the territories, systems, the land units, the geomorphologic and geologic of the analogical constructions related to such units.

I have put in usage to achieve and accomplish this study, the software of remote sensors, the geographic information systems in addition to the analysis methods to classify the resource assessment and risks besetting these territories. I have used Envi٤.٥ software to calculate the indicator of the Normalized Digital Vegetation Index (NDVI), also I have used PCIgeometric software to calculate the amended plant guide, the two indicators of salinity and the deterioration of the organic matters in the soil.

In this connection, I put in use the international equation Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE), to assess the volume of the drift based on the collected data of the territories. In addition to the High End computing of Geospatial Hydrologic Modeling Extension (HEC-GeoHMS); also, I have used High End Computing-Hydrologic Modeling System (HEC-HMS). This is to get a hydrographic modeling for the water basins in the territories.

On the bases of the application results of these indicators and analyses, I have prepared matrix variables for each unit, systems and the terrestrial areas as methods of the statistical analysis of the factorial type and the cluster analysis have been applied in the study. This way enabled me to divide the areas into six terrestrial groups to obtain the natural characteristics, risks these areas are exposed to, and to use the best appropriate items therein.

Through excreted consequences of the study, represented in the characteristics of the lands, an envisaged conception could be created on how to use the seven items being; touristic areas, protected natural areas, pasturelands, forests, barren lands, urban developed centers and mining areas.